

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”**

Факультет біотехнології і біотехніки  
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Кузьмінський Є.В.  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019р.:

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**  
**на здобуття ступеня бакалавра**

з напряму підготовки

6.051401 «Біотехнологія»  
(код і назва)

на тему: «Біологічне очищення стічних вод птахофабрики та м. Нікополь »

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи БЕ-51  
(шифр групи)

Ляш Дарія Євгеніївна  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник асист., к.т.н. Зубченко Л.С.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультант д.т.н., проф. Саблій Л.А.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент к.т.н., мт. Викладач Поліщук В.Ю.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній  
роботі немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідальних посилань  
Студент (-ка) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

## РЕФЕРАТ

Пояснювальну записку дипломного проекту викладено на 80 сторінках друкованого тексту. Пояснювальна записка складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми, описана мета дипломного проекту та його завдання.

Перший розділ пояснювальної записки присвячений характеристиці стічної води птахофабрики, а також містить огляд, вибір та обґрунтування технологій, що будуть використовуватися при очистці стічних вод міста Нікополь та птахофабрики. Обрано технологію очищення стічних вод міста Нікополь та птахофабрики, яка включає механічне та біологічне очищення, обробку сирого осаду та надлишкового активного мулу, підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках, зневоднення осаду на піскових майданчиках та збір газу у газгольдері.

Також приведена характеристика метаноутворюючих бактерій та процесів, що здійснюються за їх участі.

В третьому розділі описано технологічний процес очищення суміші стічних вод м. Нікополь та птахофабрики.. Складено матеріальний баланс.

В четвертому розділі виконано технологічні розрахунки основних споруд, обрано метантенк для зброджування суміші осадів та надлишкового активного мулу об'ємом  $2500 \text{ м}^3$ . Виконано креслення метантенка.

В п'ятому розділі розглянуто основні аспекти охорони праці та довкілля.

В результаті виконання дипломного проекту було обрано ефективну технологію очищення стічних вод птахофабрики, а також суміші СВ підприємства та міста. Обрано та накреслено метантенк, технологічну та апаратурну схеми.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** стічні води, птахофабрика, технологія очищення, метантенк

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1.</b> Характеристика сировини, біологічного агента, обґрунтування технології.....	7
1.1. Характеристика стічних вод птахофабрики.....	7
1.2. Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод птахофабрики....	9
1.3. Існуючі технології очищення стічних вод птахофабрики.....	10
1.3.1. Технологія електрохімічного очищення стічних вод птахофабрики.....	10
1.3.2. Біологічне очищення СВ.....	12
1.3.3. Анаеробно-аеробна технологія очищення .....	13
1.4. Вибір технології очищення стічних вод птахофабрики та м. Нікополь....	15
1.5. Характеристика біологічного агента.....	19
<b>РОЗДІЛ 2.</b> Біохімічні основи технологічного процесу.....	22
2.1. Схема перебігу процесів.....	22
2.2. Характеристика кінцевого продукту.....	24
<b>РОЗДІЛ 3.</b> Технологічна частина.....	25
3.1. Сировина та матеріали.....	25
3.2. Опис технологічного процесу.....	28
3.3 Контроль виробництва.....	36
3.4.Матеріальний баланс.....	43
<b>РОЗДІЛ 4.</b> Вибір і характеристика обладнання.....	44
4.1. Розрахункові витрати стічних вод.....	44
4.2. Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод.....	47
4.2.1. Нормативи якості води у водоймі.....	47
4.2.2. Необхідний ступінь очищення стічних вод.....	49

4.3. Вибір, характеристика, розрахунок споруд біологічного очищення стічних вод.....	51
4.3.1. Розрахунок первинних відстійників.....	51
4.3.2. Розрахунок аеротенка.....	54
4.3.3. Розрахунок вторинних відстійників після аеротенків.....	59
4.3.4. Розрахунок загальної витрати осадів.....	60
4.3.5. Розрахунок метантенка.....	63
<b>РОЗДІЛ 5. Охорона праці та охорона довкілля.....</b>	<b>66</b>
5.1. Загальні положення охорони праці.....	66
5.2. Структура управління охороною праці на підприємстві.....	67
5.3. Метеорологічні параметри робочої зони.....	67
5.4. Освітлення.....	68
5.5. Шум та вібрація у робочому приміщенні.....	68
5.6. Електробезпека.....	69
5.7. Ергономічні вимоги до робочого місця.....	69
5.8. Охорона довкілля.....	70
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>71</b>
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>72</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>75</b>

## ВСТУП

Однією з найбільш актуальних проблем на сучасному етапі розвитку наукового прогресу є проблема охорони навколишнього середовища від забруднення і раціональне використання природних ресурсів.

Забруднення навколишнього середовища особливо відображається на стані стічної води. У складі поверхневих вод наявні забруднюючі речовини природного походження, причиною утворення яких є малий біогенний та великий геологічний колообіг природних речовин, а також забруднюючі речовини антропогенного походження. Наявність останніх у водному середовищі є результатом використання недосконалих технологій очищення побутових стічних вод промислових підприємств [1].

Різке збільшення кількості стічних вод створює загрозу вичерпанню прісної води у густонаселених і економічно важливих районах. Тому, важливе значення має охорона, раціональне комплексне використання і відтворення водних ресурсів, що передбачає захист їх від забруднень і виснаження, а також глибоке очищення забруднених стічних вод на очисних станціях з подальшим їх використанням в технічному водопостачанні.

За останні роки спостерігається стрімке зростання виробництва м'яса птиці, яке зосереджене безпосередньо на птахофабриках.

Утворення великої кількості висококонцентрованих стічних вод і недостатня ефективність їх очистки створюють значну загрозу навколишньому середовищу.

На сьогоднішній день також постає проблема скиду неочищених локально промислових стічних вод, в тому числі і вод птахофабрики, до міських каналізацій. За рахунок цього відбувається ускладнення біологічної очистки СВ на міських очисних спорудах. Тому необхідна достатня попередня очистка стічних вод на локальних очисних спорудах підприємства. Для цього необхідною є розробка нових більш ефективних методів біологічного очищення стічних вод.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В очисних спорудах використовуються механічні, фізико-хімічні, електрохімічні, біологічні або комплексні методи видалення забруднень. На сьогодні ефективність видалення забруднень на спорудах механічного та фізико-хімічного очищення не перевищує 60-70%. До того ж такі методи потребують високих затрат для забезпечення необхідних температурних режимів, реагентної обробки тощо. Тому, спорудам біологічного очищення відводиться головна роль в загальному комплексі каналізаційної очисної станції. Вони відносно дешеві та не потребують складного обладнання [2].

**Метою** дипломного проекту є вибір та обґрунтування ефективної біотехнології очищення стічних вод птахофабрики та м. Нікополь.

**Завдання**, що необхідно виконати для поставленої мети:

- на основі літературних джерел проаналізувати склад стічних вод птахофабрики, розглянути та проаналізувати існуючі технології попереднього очищення та обрати технологію попереднього очищення стічних вод птахофабрики;
- розрахувати витрати, концентрації та необхідний ступінь очищення суміші стічних вод птахофабрики та міста;
- вибрати та обґрунтувати технологію біологічного очищення стічних вод міста та птахофабрики; виконати креслення технологічної схеми, апаратурної схеми та метантенка
- навести характеристику анаеробного активного мулу та розглянути процеси, що в метантенку;
- провести технологічні розрахунки очисних споруд. Розробити креслення метантенка;
- розглянути основні положення створення належних умов праці та заходи забезпечення безпеки праці та охорони навколишнього середовища.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

## 1.1. Характеристика стічних вод птахофабрики

Птахофабрика — це спеціалізоване підприємство інтенсивного птахівництва м'ясного або яєчного напрямку.

На птахофабриці здійснюється забій, обробка тушок, сортування, зберігання, переробка м'яса, пакування для реалізації, а також виробництво технічних продуктів, кормової муки та медичних препаратів.

На підприємстві вода використовується в процесі утримання птахів, при знекровленні, очищенні від пір'я, для промивки сировини, обладнання, приміщень, для охолодження апаратів та машин, для транспортування технічної сировини, для приготування різноманітних реагентів.

Стічні води забрудненні кров'ю, пір'ям, залишками кормів, піском, послідом, слідами жиру, залишками нутрощів та дезінфікуючими речовинами, що використовуються в процесі виробництва.

На фабриці діє зворотна та прямоточна системи водопостачання. Зворотна вода використовується лише для охолодження компресорів та конденсаторів аміаку [3].

Виробничі стічні води висококонцентровані за ХСК, БСК<sub>повн</sub>, вмістом завислих речовин і жирів, мають підвищений вміст біогенних елементів, нейтральні значення рН, температуру в межах 20-30 °С, у них відсутні токсичні домішки, а забруднення знаходяться в грубодисперсній, колоїдній та розчинній формах. Все це вимагає попереднього очищення стічних вод, без якої вони не можуть бути спрямовані на міські очисні споруди, природні водойми, так як викликають порушення нормального перебігу процесу біологічного очищення [4].

Надходження на біологічні очисні споруди стічних вод з високим вмістом завислих органічних речовин може привести до порушення кисневого режиму в споруді, а також до зміни концентрації іонів водню, що супроводжується значним

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підкисленням середовища, що може викликати видові зміни мікрофлори, збільшити муловий індекс і призвести до виносу активного мулу з очисних споруд. Крім того надходження стічних вод птахофабрики в міську каналізаційну мережу, де досить довгий час вони знаходяться в анаеробних умовах, призводить до їх закисання в результаті бродіння і зниження рН нижче 5, що спричинює корозію матеріалу колекторів. Жири, які містяться у стічних водах, чинять негативний вплив на каналізаційну систему (замулювання трубопроводів, порушення режиму роботи очисних споруд). Очищення таких стоків пов'язано зі значним споживанням розчиненого кисню і, як наслідок, виникає необхідність подачі для аерування більшого об'єму повітря. Значний вміст азоту і фосфоровмісних органічних речовин призводить до того, що вони не можуть окислюватись протягом часу перебування стічних вод в очисних спорудах і недоочищені стоки надходять у водні об'єкти, а це, в свою чергу, призводить до евтрофікації і впливу на флору і фауну водойми [5].

Таблиця 1

Концентрації забруднюючих речовин в стічних водах птахофабрики

Показники	Середні значення
Сухий залишок, мг/ дм <sup>3</sup>	1500
БСК <sub>повн</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	1800
ХСК, мг /дм <sup>3</sup>	2000
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	1500
ПАР, мг/дм <sup>3</sup>	до 200
Хлориди, мг/ дм <sup>3</sup>	900
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	75
фосфор, мг/дм <sup>3</sup>	60
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	30
Жири, мг/дм <sup>3</sup>	1200



## 1.2. Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод птахофабрики

Для очищення забруднених стічних вод підприємства використовують як метод самостійного очищення, до показників скиду в природню водойму, так і в суміші з міськими стічними водами. Основними умовами при виборі методу є місце знаходження підприємства, економічна складова, ефективність технології, ступінь очистки тощо.

Очищення промислових стічних вод в суміші з міськими можливе при дотриманні правил скиду вод в міську систему каналізації.

Виробничі стічні птахофабрики відносяться до категорії висококонцентрованих за вмістом органічних забруднень, що не тільки не дозволяє скидати їх у водні об'єкти, а й передавати на комунальні і навіть власні споруди біологічної очистки без попередньої обробки.

Для очищення стічних вод птахофабрики використовують технологію біологічного очищення.

Дана технологія дозволяє очистити стічні води від речовин органічної природи в будь-якому дисперсному стані (колоїдному, зваженому або розчиненому).

Застосування біологічного методу має ряд переваг. Висока ефективність - це найважливіша перевага застосування методу біологічної очистки. Саме завдяки ефективності досягається максимально можлива очистка. До того ж, цей метод практично позбавлений будь-яких недоліків, він є безпечним і повністю екологічним. При цьому слід зазначити, що в результаті очистки відходи накопичуються окремо, і потім їх можна використовувати в сільському господарстві [6].

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3. Існуючі технології очищення стічних вод

#### 1.3.1. Технологія електрохімічного очищення стічних вод птахофабрики

Технологія електрохімічного очищення (рис.1) є досить ефективною, так як дозволяє забезпечити високий ступінь очищення від нерозчинених домішок, завислих речовин, жирів, що містяться у високих концентраціях і є характерними для птахофабрики [7].

Ефективність: від завислих речовин 95%, від органічних речовин за ХСК 80-83%.

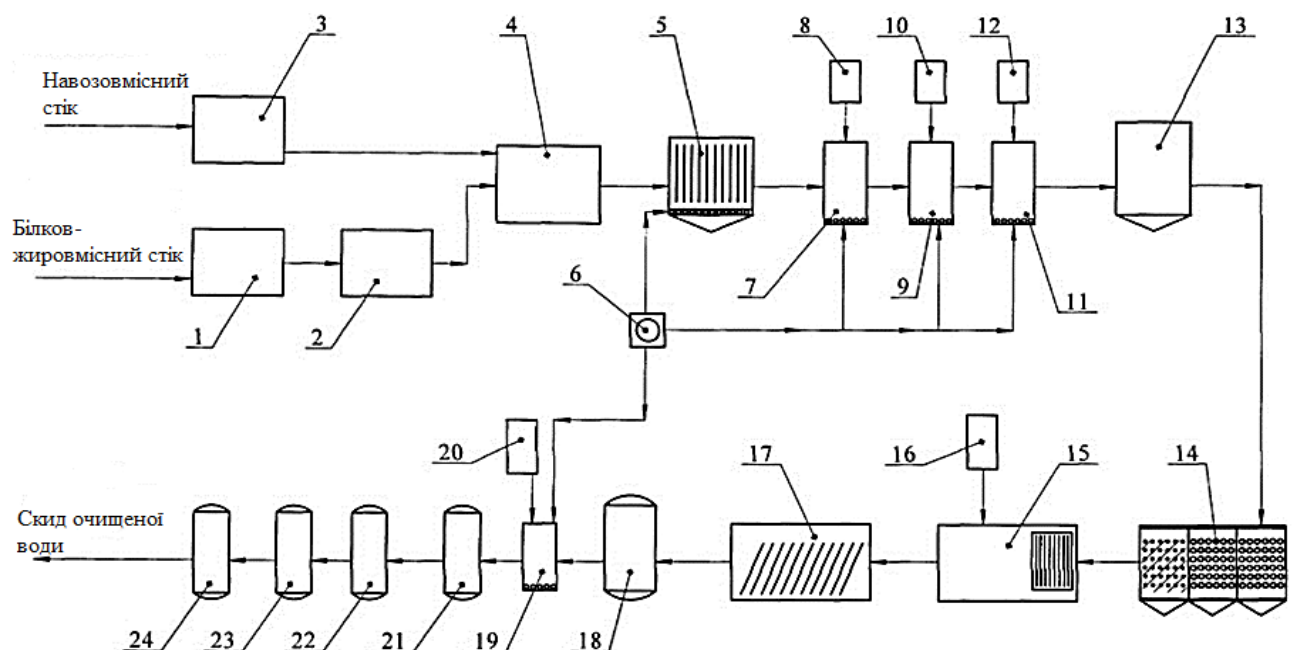


Рис.1. Технологічна схема електрохімічного очищення стічних вод птахофабрики:

- 1 – механічна решітка для видалення включень з білково-жирових стоків; 2- сепаратор;
- 3 - механічна решітка для видалення механічних включень з гноєвмісних стоків;
- 4 -усереднювач; 5 – електрокоагулятор; 6 – компресор; 7 – змішувач; 8,16 – дозатор для перекису водню; 9 – змішувач; 10 - дозатор для суспензії гашеного вапна; 11 – змішувач;
- 12 - мірник для розчину флокулянта; 13 – освітлювач; 14 - блок фільтрів; 15 – електрофлотатор;
- 17 - відстійник з тонкошаровими блоками; 18 - фільтр з інертним завантаженням;
- 19 – змішувач; 20 – дозатор для гіпохлориту натрію; 21 - фільтр з завантаженням вугілля;
- 22 - фільтр з катіонообмінним завантаженням; 23 - фільтр з аніонообмінним завантаженням;
- 24 - фільтр з завантаженням вугілля.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ. БЕ5113.ПЗ

Арк.

10

Технічний результат полягає в розробці раціональної технології очищення білково-жирових і гноєвмісних стоків птахофабрики до норм скидання у відкриті водойми рибогосподарського призначення.

Спосіб електрохімічного очищення стічних вод птахофабрики включає електрокоагуляцію в електролізері з розчинними електродами, коагуляцію з денатурацією білків і флотацію. Перед електрокоагуляцією білково-жировий стік очищають від механічних включень і неемульгованих жирів, і змішують з гноєвмісним стоком, попередньо очищеним від механічних включень. Після цього усереднений стік з рН 5,6-6 послідовно обробляють електрокоагулятором із залізними електродами при насиченні стоку киснем повітря до 2-4 мг/дм<sup>3</sup>, потім перекисом водню, вапном, флокулянт, а шлам видаляють відстоюванням і фільтрацією, при цьому фільтрат обробляють в електрофлотаторі при рН 9-10, до якого подається перекис водню. Після видалення шламу відстоюванням і фільтрацією стік обробляють гіпохлоридом натрію і послідовно фільтрують через фільтр з вугільним завантаженням, фільтри з катіонообмінним і аніонообмінним завантаженнями і знову через фільтр з вугільним завантаженням.

Недоліки технології:

- 1) Енергозатратний і дорогий метод.
- 2) Неможливість вилучення з шламу важких металів через високий вміст заліза.
- 3) Потреба в значних площах для шламовідвалів.
- 4) Спосіб не передбачає очистку гноєвмісних стоків птахофабрики та доочистку стоків від підвищеного вмісту водорозчинних органічних сполук, солей лужних та лужноземельних металів.

Існує також комбінована технологія, що є набагато ефективнішою та включає електрокоагуляцію і електрофлотацію (електрофлотокоагуляція) відрізняється високим ефектом виділення зі стічної води жирів та інших забруднень. Проте існують недоліки такої технології: вона є перспективною лише для об'єктів невеликих розмірів, так як має підвищені витрати електричної енергії, а також та дефіцитним є матеріал електродів [8].

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3.2. Біологічне очищення СВ

Біологічний метод найчастіше представлений очисною спорудою, яка включає в себе решітки, піскоуловлювачі, освітлювачі-перегнивачі, аеротенки з механічною аерацією, вторинні вертикальні відстійники, хлораторну та контактні резервуари, забезпечуючи зниження БСК<sub>повн</sub> до 20-30 мг/дм<sup>3</sup>, а завислих речовин до 15-20 мг/дм<sup>3</sup>.

Типова технологічна схема біологічної очистки наведена на рис.2.

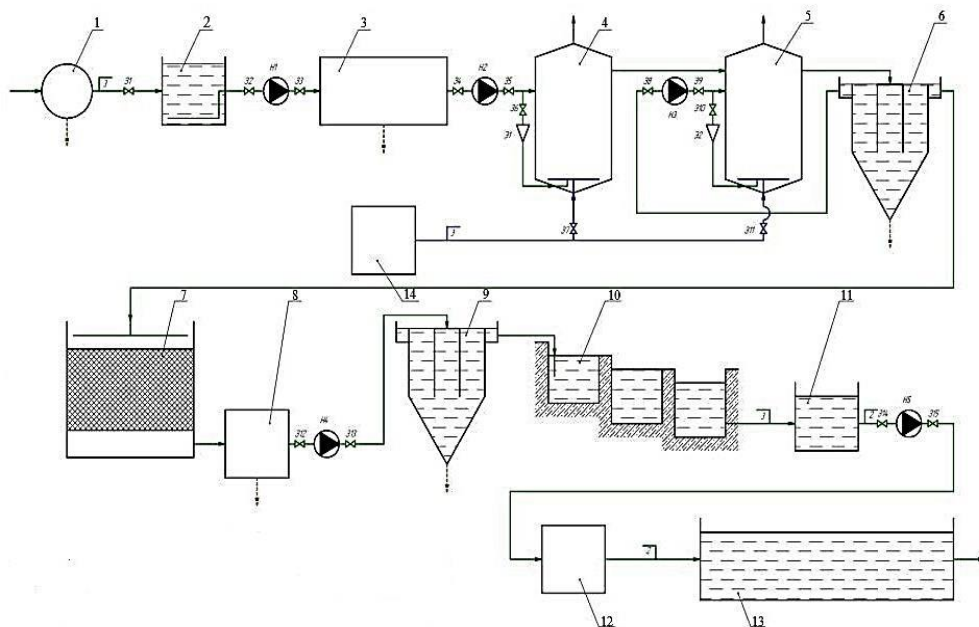


Рис.2. Технологічна схема біологічної очистки стічних вод птицефабрики:

1 - барабанне сито; 2 - акумулюючий резервуар; 3 – відстійник з тонкошаровим модулем; 4,5 - флотаційно-окисні колони 1-го та 2-го ступенів; 6 – відстійник; 7 – біофільтр; 8 - тонкошаровий модуль; 9 – відстійник; 10 - ставок з ейхорнією і активним мулом; 11 - бак очищеної води; 12 - установка "Лазур-10"; 13 – біоставок.

Виробничі стічні води надходять в акумулюючий резервуар 2 системи очищення через барабанне сито 1, в якому проходять очистку від крупнодисперсних забруднень. Уловлені забруднення (кек) вивантажуються в спеціальний контейнер. З акумулюючого резервуару стічної води послідовно направляються у відстійник з тонкошаровим модулем 3 і флотаційно-окисні

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

колони 1-го та 2-го ступенів 4 і 5. В колони подається також підготований в системі 14 кисень 30% і, через вихрові ежектори Е1 і Е2, повітря. В якості робочої рідини в вихровому ежекторі Е1 використовується вода з відстійника 3, а в ежекторі Е2 - суміш води з відстійника 6 і води з окиснювально-флотаційної колони 5. Після відстійника 6 води надходять в біофільтр 7, відділення біоплівки, винесене з фільтру, здійснюється в тонкошаровому модулі 8 і відстійнику 9. Після цього очищена стічна вода спрямовується на доочищення в ставок з ейхорнією і активним мулом 10, а після перебування там через бак очищеної води 11 - на знезараження в установках "Лазур-10" 12. Після знезараження вода проходить доочистку в біоставках 13 і скидається у водойму або ж у міську каналізацію [9].

Дана технологія дозволяє отримати такий ефект очищення: ХСК 86-92 %, БСК<sub>повн</sub> – 88-97, завислі речовини – 80-84%, амонійний азот – 85-98%, що дає можливість подачі даних стічних вод після доочищення на міські очисні споруди.

### 1.3.3. Анаеробно-аеробна технологія очищення

Для очищення стічних вод харчової промисловості використовується технологія, що забезпечує повне видалення забруднень. Саме такою є комплексна технологія (рис.3), що поєднує механічне, фізико-хімічне, анаеробне і аеробне очищення. Анаеробне очищення є головним етапом технології, адже дозволяє знизити концентрацію забруднень на 60-95% в залежності від субстрату та умов проведення процесу.

Технологія забезпечує високу ефективність очищення стічних вод птахофабрики: від органічних забруднень ХСК – 93-96%, від азоту амонійного – 98,2-99,6%.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

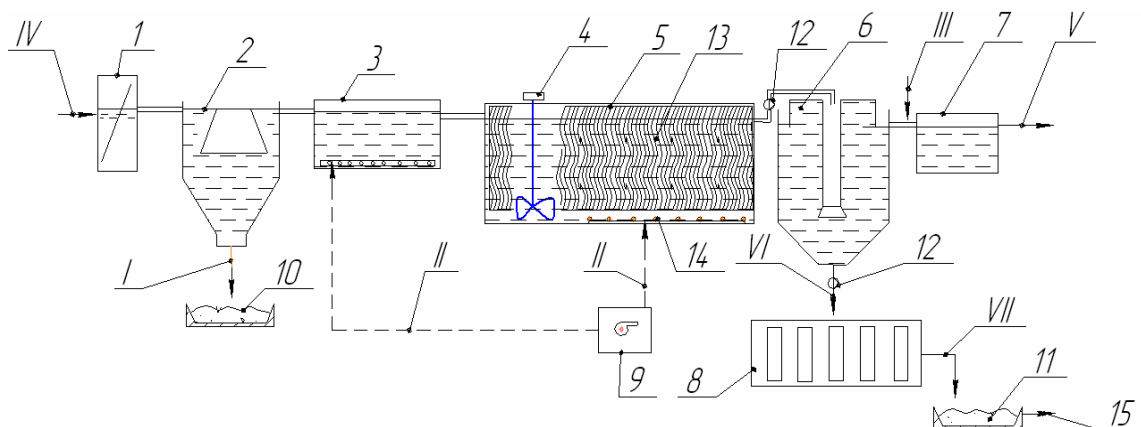


Рис.3. Анаеробно-аеробна технологія очищення

1 – решітка; 2 – пісковловлювач; 3 – усереднювач; 4 – мішалки з двигуном у анаеробній зоні аеротенка; 5 – аеротенк; 6 – вторинний відстійник; 7 – контактний резервуар; 8 – фільтр - преси; 9 – повітродувна станція; 10 – піскові майданчики; 11 – майданчики для зневодненого осаду; 12 – насосна станція; 13 – волокнистий носій; 14 – система аерації, яка влаштована поперечно до руху стічних вод у аеробній зоні аеротенка; 15 – зневоднений осад на вивезення; I – піщана пульпа; II – повітря; III – подача гіпохлориту натрію; IV – подача стічних вод на очищення; V – очищена стічна вода; VI – осад; VII – зневоднений осад

Блок механічного очищення залежить від складу та особливостей виробничих стічних вод. Частіше це решітки (1), пісковловлювач (2) та усереднювач (3). При високих концентраціях завислих речовин (понад 300 мг/дм<sup>3</sup>) потрібно влаштовувати первинні відстійники для попередження забивання носія в аеротенку, переобладнаному в анаеробно - аеробні біореактори. При використанні аеротенка потрібно приймати витиснювач.

Перші анаеробні секції обладнують механічними мішалками (4), наступні аеробні – системою аерації, особливість розміщення якої полягає у тому, що аератори (14) потрібно влаштовувати перпендикулярно руху стічних вод, паралельно до касет з волокнистим носієм (13). Влаштування вторинних відстійників (6) необхідно для затримання винесеної біомаси. Осад відводиться насосами (12) на фільтр-преси (8). Зневоднений осад (вологістю 55-65%) направляють на майданчики (11). Стічні води після біологічного очищення

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

направляють на знезараження, після чого скидають у водойму або міську каналізацію.

Проте незважаючи на свої переваги, технологія є досить складною в реалізації [10].

#### **1.4. Вибір технології очищення стічних вод птахофабрики**

Проаналізувавши існуючі технології очищення стічних вод, обрано схему оптимальної очистки, яку подано на рисунку 2. Біологічна очистка гарантує не тільки усунення будь-яких забруднень і можливість повторного застосування ресурсу, але також дозволяє фільтрувати і накопичувати відходи окремо. В свою чергу, ці відходи знаходять ефективне застосування в сільськогосподарській промисловості, виконуючи функції добрив. Дана технологія забезпечує очищення стічних вод не лише до норм скиду у міську систему водовідведення, а і до норм скиду у водойму.

Концентрації забруднюючих речовин в стічних водах до і після локальної очистки на підприємстві наведено у таблиці 2.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Таблиця 2

Хімічний склад стічних вод птахофабрики до і після очищення за обраною технологією

Показники	До очистки	Після очистки
Сухий залишок, мг/ дм <sup>3</sup>	1500	1000
БСК <sub>повн</sub> , мг/ дм <sup>3</sup>	1800	30
ХСК, мг /дм <sup>3</sup>	2000	50
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	1500	50
ПАР, мг/дм <sup>3</sup>	до 200	20
Хлориди, мг/ дм <sup>3</sup>	900	500
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	75	-
фосфор, мг/дм <sup>3</sup>	60	-
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	30	5
Жири, мг/дм <sup>3</sup>	1200	0.5



## Біологічне очищення стічних вод птахофабрики та м. Нікополь

Технологічна схема була обрана, враховуючи витрати води, що поступає на очищення, що становить 50 000 м<sup>3</sup>/добу.

При надходженні на міську очисну станцію стічні води птахофабрики після локальних очисних споруд і стічні води міста надходять у приймальну камеру очисної станції.

Наступним етапом є обов'язкова механічна очистка на решітках та пісколовлювачах. На решітках затримуються і видаляються великі частинки (шматки поліетилену, папір та інші матеріали, що можуть міститись у побутових стічних водах). Відходи, що затримуються на решітках спалюються [11].

Наступний етап – очистка від більш дрібних частинок, в першу чергу від піску, тому потік суміші стічних вод спрямовується на пісковловлювачі. Пісок, що залишається на них видаляється і спрямовується на спеціально обладнані піскові майданчики. Ці майданчики обладнані дренажною системою для відведення води. Дренажна вода повертається на очистку в голову очисного ланцюга (на решітку).

Наступним етапом є очистка на первинних відстійниках, в яких відбувається виділення грубодисперсних домішок, які під дією гравітаційних сил осідають на дно відстійника або спливають на її поверхню [12].

Далі очищення води триває в аеротенках-витиснювачах. Суміш стічної води та активного мулу з аеротенка потрапляє на вторинний радіальний відстійник, де винесений активний мул видаляється зі стічної води шляхом відстоювання, і його основна маса (рециркуляційний активний мул) повертається в аеротенк. Надлишковий активний мул із вторинного і сирий осад із первинного відстійників за допомогою насосних станцій перекачуються до мулоущільнювача. Після цього осад та НАМ подається у метантенк, що працює у мезофільному режимі. Після цієї стадії газ направляється до газгольдерів. Так як метантенк працює в мезофільному режимі, для кращого видалення патогенів та гельмінтів стабілізований осад направляється до камери дегельмінтизації. Далі відбувається

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промивка, ущільнення, коагуляція та зневоднення осаду на вакуум-фільтрі, утворений кек іде на вивезення.

Схема очищення стічних вод наведена на рисунку 4.

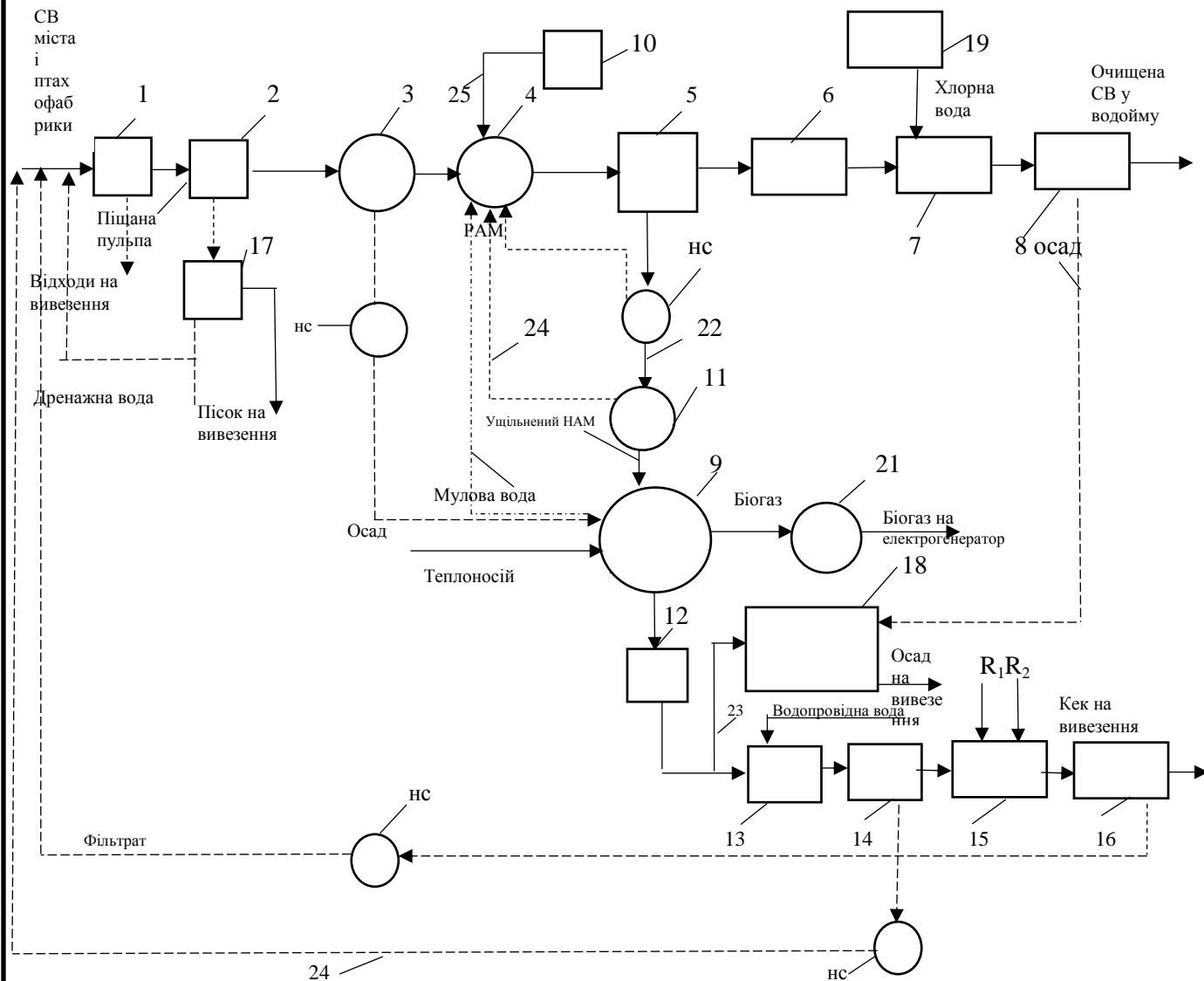


Рисунок 4. Схема технології біологічного очищення міських стічних вод:

1 – решітки; 2 – пісковловлювач; 3 – первинний відстійник; 4 – аеротенк; 5 – вторинний відстійник; 6 – змішувач води з хлором; 7 – контактний резервуар; 8 – метантенк; 9 – повітрорудна станція; 10 – мулоущільнювач; 11 – камера дегельмінтизації; 12 – промивка осаду; 13 – ущільнення осаду; 14 – камера коагуляції; 15 – вакуум-фільтр; 16 – пісковий майданчик; 17 – аварійний муловий майданчик; 18 – хлораторна; 20 – газгольдер; НС – насосна станція;  $R_1$  – хлорид заліза;  $R_2$  – гашене вапно. Потоки: 19 – дренажна вода; 21 – надлишковий активний мул; 22 – зброджений осад; 23 – мулова вода; 24 – стиснене повітря.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ. БЕ5113.ПЗ

Арк.

18

## 1.5. Характеристика біологічного агента

Біологічні методи видалення забруднень вважають найбільш економічно ефективними та екологічними. Але для широко поширених аеробних технологій характерні такі недоліки: великі витрати енергії на аерацію стоків; складність очищення стоків з високим рівнем забруднень; утворення надлишкового активного мулу у великій кількості.

Сучасні досягнення науки і техніки дозволяють з високою ефективністю використовувати альтернативний анаеробний процес знешкодження стоків. За кордоном досягнуто значного прогресу в області розробки і практичного застосування анаеробних біореакторів другого покоління, які забезпечують очистку стоків в широкому діапазоні концентрацій забруднень, з високою швидкістю і ефективністю.

Метанове бродіння стічних вод і органічних відходів починається при створенні анаеробних умов без спеціальної мікробної інокуляції за рахунок мікроорганізмів, що присутні у воді або відходах, а також у навколишньому середовищі.

Ферментативні бактерії, представлені переважно родами *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Eubacterium* тощо, які розкладають целюлозу, геміцелюлози, крохмаль, пектин і здійснюють стадію ферментативного гідролізу і кислотоутворення. Майже усі бактерії цієї групи належать до швидкозростаючих факультативних анаеробів з оптимумом pH=6,5–7,6. Бактерії виділяють в середовище біологічні каталізатори – екзоферменти, за участю яких і здійснюється гідроліз.

Більшість протеолітичних бактерій метантенків є клостридіями. Але окрім них виявлено й інші бактерії родів *Peptococcus*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, що володіють протеолітичною активністю. Мікроорганізми з ліполітичною активністю представлені клостридіями та мікрококами.

Стадія гідролізу при метановому бродінні тісно пов'язана з кислотогенною стадією (бродінням). Між цими стадіями немає чіткого розмежування, так як

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроорганізми, що володіють гідролітичною активністю, використовують продукти гідролізу для накопичення біомаси.

Більша частина бродильних бактерій є строгими анаеробами (*Clostridium*, *Bacteroides*, *Eubacterium* і ін.), Але в значній кількості присутні і факультативно анаеробні бактерії, наприклад, роду *Streptococcus*. Кислотогенні бактерії досить стійкі до змін умов середовища метантенка. Відходи, що містять в значній кількості сполуки сірки та азоту, можуть індукувати зростання сульфатредуючих бактерій і денітрифікаторів.

Ацетогенні бактерії здійснюють розклад продуктів кислотогенної стадії. Це протонвідновлюючі синтрофні бактерії (*Syntrophomonas*, *Syntrophobacter*), які потребують, як правило, партнерів, що використовують водень, роль яких виконують метанові бактерії і сульфатредуктори. Фактично ацетогенні бактерії готують субстрат, придатний для життєдіяльності метаноутворюючих бактерій, які доповнюватимуть складний процес розпаду органічної речовини в анаеробних умовах.

Метаногенні бактерії - найбільш примхлива з точки зору умов культивування група серед симбіонтів, що беруть участь в анаеробному зброджуванні. Вони вимагають найсуворішого анаеробіозу, нейтральної або слаболужної реакції середовища (рН 6-8), потребують в дуже малій кількості кобальту, молібдену, нікелю, можуть використовувати в якості джерела енергії та вуглецю тільки 8 субстратів ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ , форміат, закис вуглецю, метанол, ацетат, моно-, ди-і тріетаноламіни), з яких найбільш важливими є ацетат і  $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ , мають найнижчу швидкість росту та найбільш чутливі до зміни параметрів реакційного середовища, а відтак, визначають стабільність та ефективність роботи біореактора.

Метаногенні бактерії 90-95% вуглецю перетворюють в метан, і тільки 5-10% витрачається на приріст біомаси.

Відомо більше 45 видів метаногенів, що належать до 13 родів: *Methanobacter*, *Methanococcus*, *Methanogenum*, *Methanosarcina*, *Methanothrix* і ін.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метаноутворюючі бактерії відрізняються морфологічним різноманіттям. Серед них є паличкоподібні, округлі, спіральні, ниткоподібні форми.

Процес анаеробної конверсії органічних речовин в метан лімітується або швидкістю гідролітичного розщеплення біополімерів (якщо такі містяться в сировині, що переробляється у великій кількості), або швидкістю трансформації ацетату в метан. Остання обставина пов'язана з низькими швидкостями зростання і розмноження метаногенних бактерій. Наприклад, час генерації (подвоєння біомаси) бактерій роду *Methanosarcina* складає 20-30 год, роду *Methanothrix* - 200-300 год. При температурі 35 °С час подвоєння біомаси гідролітичних мікроорганізмів становить 10-20 год, кислотогенів - 1-10 год, синтрофних (ацетогенних) бактерій - близько 100 год. Загальна швидкість біометаногенеза визначається температурою процесу, хімічним складом сировини, щільністю бактеріальної асоціації, ступенем гомогенізації ферментаційного середовища [13].

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 2.1. Схема перебігу процесів

Процес анаеробного перетворення органічних речовин з утворенням біогазу (метанове бродіння, або біометаногенез) походить через чотири послідовні стадії (рис. 4):

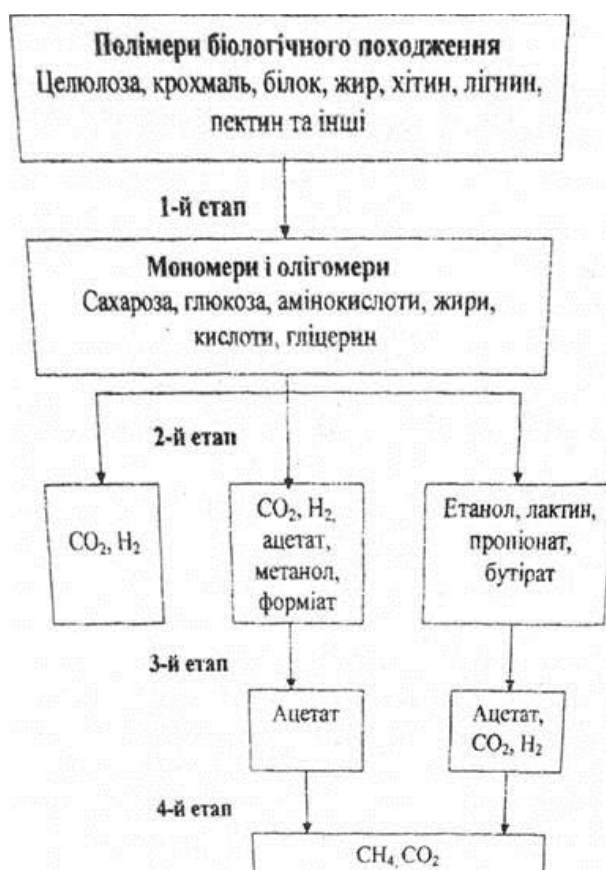


Рис. 4: Схема метанового бродіння

1) стадія гідролізу складних біополімерних молекул (білків, ліпідів, полісахаридів і ін.) на більш прості оліго- і мономери: амінокислоти, вуглеводи, жирні кислоти та ін. ;

2) кислотогенна стадія - мономери, що утворилися, конвертуються бродильними бактеріями в ряд простих з'єднань: леткі жирні кислоти, спирти, молочну кислоту, метанол,  $\text{CO}_2, \text{H}_2, \text{NH}_3$  і  $\text{H}_2\text{S}$ ;

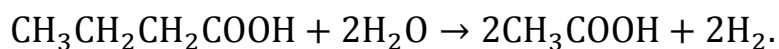
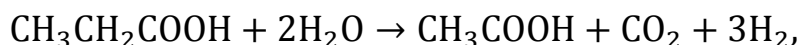
3) ацетогенна стадія - утворені на попередній стадії продукти конвертуються в ацетат,  $H_2$ ,  $CO_2$ ;

4) метаногенна стадія - за участі водневотрофної групи метаногенів водень та вуглекислота перетворюються в метан і воду, а за участі ацетокластичних метаногенів в метан та вуглекислоту перетворюється ацетат.

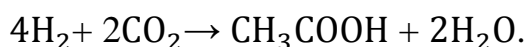
Швидкість гідролізу залежить від природи органічних речовин і умов його проведення: необхідно забезпечити достатню кількість ферментів, створити умови для їх контакту з органічним субстратом, витримувати оптимальні температури і значення рН.

Оскільки подальші стадії анаеробного зброджування не можуть розпочатися, доки не відбудеться гідроліз, загальна швидкість процесу може лімітуватися стадією гідролізу. Стадія кислотоутворення переважно не лімітує такі стадії зброджування, оскільки здійснюють її невибагливі бактерії, які ростуть з високою швидкістю. Але інтенсивно перебігаючі стадії гідролізу і кислотоутворення (їх загальна тривалість близько 7 год) можуть призвести до накопичення летких кислот і зниження рН, що часто є прямою причиною придушення зростання бактерій задіяних подальших стадій процесу [14].

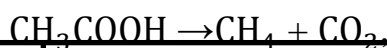
Ацетогенна стадія здійснюється двома групами ацетогенних бактерій. Перша утворює ацетат з виділенням водню з розчинних продуктів попередньої стадії кислотоутворення. Хімічні рівняння утворення оцтової кислоти з пропіонової і масляної кислот:



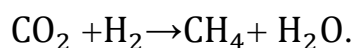
Друга група ацетогенних бактерій утворює оцтову кислоту за допомогою використання водню для відновлення  $CO_2$  (ацетогени, що використовують водень):



На метаногенній стадії метаногенні бактерії утворюють метан двома шляхами: розщепленням ацетату і відновленням вуглекислоти воднем:



					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Першим шляхом утворюється 72 % метану, другим – 28 %.

У процесі можуть брати участь п'ять основних груп метанових бактерій, що розрізняються морфологічно: *Methanococcus*, *Methanobacterium*, *Methanospirillum*, *Methanotrix*, *Methanosarcina*.

Отже, для метанового зброджування необхідно завжди розглядати не окремі групи бактерій, а усю групу загалом. Ефективність процесу зброджування у такій групі залежить не тільки від діяльності організмів, що беруть участь у цій реакції, але і від життєдіяльності бактерій, які споживають продукти цієї реакції. Накопичення продуктів обміну на одній зі стадій процесу веде до гальмування інших. Бактерії, що працюють на різних стадіях, мають свої морфологічні та фізіологічні особливості, що виражаються у різних швидкостях росту, чутливості до рН і  $\text{O}_2$  [15].

## 2.2. Характеристика кінцевого продукту

Кінцевим продуктом є стічна вода птахофабрики та міста Нікополь, очищена до норм скиду у природну водойму відповідно до допустимих значень концентрацій. Характеристика очищеної стічної води птахофабрики при скиді в каналізаційну мережу відповідає «Правилам приймання стічних вод підприємств у систему каналізації м. Нікополь».

Очищена стічна вода не містить небезпечних для довкілля речовин та за органолептичними показниками відповідає всім вимогам, має температуру не більше  $40^\circ\text{C}$ , концентрація завислих речовин  $\text{C}_{\text{ЗР}} = 49 \text{ мг/дм}^3$ , значення  $\text{БСК}_{\text{повн}} = 142 \text{ мг/дм}^3$ .

Суміш стічних вод після очищення подається у водойму господарсько-побутового водокористування для купання, занять спортом і відпочинку населення.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1. Сировина та матеріали

До напівпродуктів, які утворюються в результаті очищення стічних вод, а саме після процесів первинного та вторинного відстоювання, відносяться надлишковий активний мул та сирий осад.

Таблиця 3. Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Найменування	Категорія і номер НТД, згідно якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки, та їх нормативне значення	Примітка показник
1. Основна сировина:			
1	2	3	4
1.1. Попередньо очищені СВ птахофабрики та м. Нікополь	Робочий проект II черги розширення і реконструкції загальновузлових об'єктів водопостачання і каналізації, ГП «Укрводоканалпроект», 1990 р.	Витрата стічних вод, не більше	50000
		Температура, °C	18-25
	ДБН В.2.5 -75:2013 Правила прийому стічних вод на каналізаційні очисні споруди	pH, од. pH	6,5-8,5
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	1500
		ХСК, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	2000
		БСК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup> , не більше	800

1	2	3	4
1.2 Вода водопровідна фільтрована	Технологічний регламент системи водокористування КДМ-1, 2008 р.	Температура, С, не більше	30
		рН, од. рН	6,5-8,0
		Загальна жорсткість, мг- екв/дм <sup>3</sup> , не більше	3,5
		Запах, бал	0
		Кольоровість, ПКШ, не більше	50
		Масова концентрація зважених речовин, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	20,0
		Перманганатне окислення, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	80,0
		ХСК, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	120,0
		БСК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup> , не більше	20,0
		Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup> , не більше	20,0
1.3 Fennotech 1752 Afranil MG (піногасник, суміш аліфатичних гідроксикомпонентів)	Технічна інформація фірми – виробника, паспорт безпечності відповідно директивам ЕС	Зовнішній вигляд	Емульсія білого кольору
		Густина, г/см <sup>3</sup>	0,96
		рН, од.рН	6,5-9,5

2. Допоміжна сировина			
1	2	3	4
2.1 Хлорид заліза, 12,5%, технічний	ТУ 6-05761620.014-99; ТУ У 24.1-03341374-001:2008	Зовнішній вид	Рідина темно-червоного кольору
		Масова концентрація активного хлора,г/дм3, не менше	120
2.2 Негашене вапно	ДСТУ БВ2.7-90-99	Зовнішній вигляд	Білий порошкоподібний продукт, погано розчинний у воді
		Вміст кальцію гідроксиду, %, не менше	10%
3.Напівпродукти			
3.1 Осад	СанПіН 2.1.7.573-96	рН	5,5-8,5
		Яйця гельмінтів	0
		Патогенні ентеробактерії клітин	0

### 3.2. Опис технологічного процесу

#### ДР 1. Підготовка аераційного повітря

При подачі повітря в реактори необхідно забезпечити виконання чотирьох основних операцій:

- стиснення повітря для подолання опору повітропроводів та арматури;
- видалення пилу та інших завислих у повітрі частинок;
- регулювання температури та вологості.

##### ДР 1.1. Забір повітря з атмосфери

Здійснюється шляхом забору повітря з атмосфери виносними трубами ПЗ-1 з точкою забору 4-6 м вище рівня землі при температурі  $t_{\min} = -20^{\circ}\text{C}$  і максимальній температурі  $t_{\max} = 45^{\circ}\text{C}$ .

##### ДР 1.2. Фільтрування повітря

Повітря очищується крізь волокнистий фільтр Ф-2, що затримує пил, механічні частинки. Фільтрувальним матеріальним матеріалом є тканина Петрянова (ФПП-15-3,0) з максимальним діаметром 15 мкм, максимальною допустимою температурою  $60^{\circ}\text{C}$  й ефективністю очищення 98%.

##### ДР 1.3. Компресування повітря

Для компресування повітря застосовують повітродувки В-3 з продуктивністю від 2 до  $190 \text{ м}^3/\text{хв}$  зі стисненням повітря до 2,5 бар (2,5 кПа). На даній стадії щоденно здійснюється контроль тиску, використовуючи технічний манометр.

#### ДР 2. Приготування водного розчину хлору

Для знезараження побутових стічних вод використовують хлорну воду, яку готують за такою методикою, використовуючи воду, що надходить зі стадії знезараження очищеної СВ. Хлор поставляється на очисні станції в балонах чи контейнерах, у яких він знаходиться під надлишковим тиском переважно у рідкому стані, так як внаслідок малої розчинності рідкого хлору у воді, його

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спочатку переводять у газоподібний стан після чого проводять розчинення. Хлор-газ із балонів надходить у проміжний балон Б-4, в якому осаджуються краплини рідини, пил тощо. Через запірний вентиль він далі проходить через фільтр Ф-5, де повністю очищається від неосілого пилу. Відповідно до ДБН розрахункова доза активного хлору для біологічного очищення стічних вод становить  $1,5 \text{ г/м}^3$ . На даній стадії здійснюється технологічний контроль – концентрація розчиненого газу хлору у водному розчині. Приготована хлорна вода відкачується насосом Н-8 на стадію знезаражування очищеної стічної води ТП 8.

### ДР3. Підготовка розчину коагулянту

Хлорид заліза у вигляді концентрованого розчину солі зберігається на складі в спеціальних посудинах. 10 % розчин готують у спеціальному реакторі Р-11 шляхом змішування, подаючи через дозатор Д-9 хлорне залізо з водою. Інтенсифікація розведення розчину солі у воді здійснюється за допомогою мішалки з швидкістю обертання 5 об/с. Здійснюють технологічний і хімічний контроль за якістю і концентрацією розчину. Приготований розчин коагулянту відкачується насосом Н-12 до ПВ 9.6.

### ДР4. Підготовка розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Для кращого проведення коагуляції ущільненого осаду необхідно додатково внести розчин луку. В якості луку використовують  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  з концентрацією 10%. Приготування розчину  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  здійснюють у спеціальному реакторі Р-15 шляхом змішування  $\text{CaO}$  з водою. Через дозатор Д-13 подають  $\text{CaO}$ , а через Д-14 – водопровідну воду. Насосом Н-16 приготований розчин відкачується до ПВ 9.6.

### ТП 5. Змішування СВ у приймальній камері

Приймальна камера ПК-17 являє собою резервуар, до якого надходить суміш стічних вод міста та птахофабрики.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ТП 6. Механічне очищення СВ

### ТП 6.1. Очищення на решітках

Очисні решітки РД-18 призначені для вилучення зі стічних вод сміття: часток паперу, кісток, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів і фруктів, пластмасової тари та ін. Швидкість потоку рідини у апараті становить до 0,8 - 1,0 м/с. Тривалість роботи до 12 годин. Передбачається встановлення типових решіток з механічним очищенням типу РМУ-1.

Відходи скидаються у відкидний лоток. Граблі механічної решітки РМУ-1 приводяться у рух електродвигуном потужністю  $N=0,37$  кВт при частоті обертів  $n=1450 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$ . Кількість прозорів в решітці - 21, розмір прозорів 16 мм [16]. Передбачається встановлення трьох агрегатів, з яких два будуть працювати постійно. На даному етапі здійснюється технологічний контроль пропускної здатності ґраток, що свідчитиме про ступінь засміченості ґраток крупними домішками. Пропускна здатність має становити не менше 60% від максимальної.

### ТП 6.2. Очищення на пісковловлювачах

Пісковловлювачі П-19 призначені для затримання під дією сили тяжіння крупних мінеральних частинок, головним чином піску. Їх кількість повинна бути не менше 2, вони повинні бути розраховані на затримання піску крупністю більше 0,20 мм (гідравлічна крупність 18,7 мм/с). Оптимальна швидкість руху води в горизонтальних пісковловлювачах  $V = 0,15 - 0,3$  м/с, гідравлічна крупність затриманого піску  $U_0 = 18 - 24$  мм/с. На виході з пісковловлювачів кожна секція обладнана щитовим затвором 1600x1000 мм. Для видалення піску секції пісковловлювачів обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок згрібається з днища та підводиться до бункера, що розташований на початку секцій. Видалення піску із бункера здійснюється періодично (двічі на добу) гідроелеватором. Піскова пульпа видалиться на піскові майданчики ЗВ 11 по одній з двох ліній пісководу. Піщані майданчики являють собою дренавані

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ділянки, огорожені валиками висотою 1-2 м. Вони розташовуються близько до пісковловлювачів. Дренажна вода з піщаних майданчиків перекачується насосами в «голову» очисної споруди (на решітки).

### **ТП 6.3. Відстоювання в первинних відстійниках**

Стічні води після решіток і пісковловлювачів містять значну кількість завислих речовин.

У даній технологічній схемі застосовуються два первинних радіальних відстійників В-20, при діаметрі 30 м глибиною 1,8 м, що знижують концентрацію завислих речовин до 117 мг/дм<sup>3</sup>. Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках становить 28 %.

Для видалення осаду, що осідає на дні, відстійник обладнано мулошкребами, які при обертанні ферми загрибають осад до приямку, звідки він періодично поступає на ПВ 9.1 для обробки. На два відстійника встановлена одна насосна станція, в якій встановлено насоси для відкачування сирого осаду на обробку. На цьому етапі здійснюється технологічний контроль мутності стічної води нефелометрично, що свідчитиме про концентрацію завислих речовин.

## **ТП 7. Біологічне очищення стічної води**

### **ТП 7.1. Очищення СВ в аеротенку.**

З ТП 6 вода поступає на очищення в аеротенк А-21. Аеротенк являє собою довгий залізобетонний резервуар. Тут окиснення органічних речовин відбувається у водному середовищі за участю активного мулу, заселеного великою кількістю мікроорганізмів-мінералізаторів. Вони відіграють головну роль в окисненні органічних речовин.

Для підтримування мулової суміші у завислому стані та забезпечення киснем процесу окиснення органічної частини забруднень до аеротенків подається повітря, підготовлене на стадії ДР 1.3. Прийнята дрібнобульбашкова пневматична система аерації з використанням керамічних фільтросних пластин.

					<b>ЕКБ. БЕ5113.ПЗ</b>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітря у фільтросні канали подається по системі повітроводів, що укладені на перехідних майданчиках аеротенків і в кожний канал надходить в двох точках по довжині труб.

На цій стадії контролюється інтенсивність аерації, рН стічної води, доза активного мулу та його гідробіологічні проказники, а також температура двічі на добу.

### **ТП 7.2. Вторинне відстоювання**

З ТП 7.1 вода із активним мулом потрапляє до розподільчого каналу вторинних відстійників В-22, а потім на розподільчу чашу кожної групи відстійників і через водозлив з широким порогом – до самих відстійників. Очищена вода рівномірно переливається через водозлив і по відвідному кільцевому лотку надходить у переливну кишеню та по трубопроводу у відвідний канал. Проводиться протягом 1,5 годин. Проводиться технічний контроль концентрації завислих речовин.

Очищена вода направляється на стадію ТП 8. Активний мул, що накопичується у вторинному відстійнику, розподіляється на рециркуляційний, що повертається у аеротенк до ТП 7.1, і надлишковий, що піддається стабілізації.

### **ТП 8. Знезараження очищеної стічної води**

#### **ТП 8.1. Знезараження очищеної СВ хлоруванням**

Знезаражування води проводиться шляхом обробки стічних вод хлорною водою у реакторі зі перемішуючим пристроєм Р-23. Знезаражуюча дія хлору полягає у тому, що при розчиненні в воді він утворює хлористоводневу кислоту і гіпохлоритну. Остання в свою чергу містить атом кисню, який легко віддає у вигляді бірадикалу, через що він надзвичайно активний. Період контакту 1,5 години, при концентрації хлору у стічній воді 1,5 г/м<sup>3</sup>. Осад, що утворився, направляється до аварійного мулового майданчика до ЗВ 10. При цьому контролюються всі показники за нормами спуску вод у природні водойми

					<b>ЕКБ. БЕ5113.ПЗ</b>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$C_{Cl, зал} \leq 1,5 \frac{мг}{дм^3}$ , приріст концентрації завислих речовин у воді річки  $\Delta C_{ЗР} \leq 0,25 \frac{мг}{дм^3}$ ,  
 $pH \ 6,5 - 8$ ,  $BCK_{повн} \leq 6 \frac{мг O_2}{дм^3}$  [18].

### **ТП 8.2. Знезараження очищеної СВ в контактному резервуарі**

Знезараження включає перебування води у контактному резервуарі КР-24, кількість яких обирається не менше ніж 2 споруди, час контакту складає 30 хвилин. З контактного резервуару відбирають проби і визначають загальне мікробіологічне число. Знезаражена стічна вода скидається у річку.

## **ПВ 9. Обробка сирого осаду та НАМ**

### **ПВ 9.1. Ущільнення надлишкового активного мулу**

Для відділення мулової води від надлишкового активного мулу передбачена стадія ущільнення. Мул під своєю вагою осідає на дно, видаляється муловідсмоктувачем МУ-25 на подальшу обробку. Час ущільнення 4 години. Осад під своєю вагою осідає на дно і скребком згрібається до приймку, а мулова вода відкачується насосом Н-26 до ТП 6.1.

### **ПВ 9.2. Збродження осаду та НАМ у метантенку**

Анаеробне зброджування осадів призначена для обробки сирого осаду з первинних відстійників ТП 6.3 і надлишкового активного мулу який надходить з вторинних відстійників на стадії ТП 7.2. До проекту прийнятий метантенк М-27, з корисним об'ємом 2500 м<sup>3</sup>. Біохімічний процес стабілізації здійснюється у анаеробних умовах при мезофільному режимі протягом 5-7 діб і являє собою розклад органічних речовин в результаті життєдіяльності складного комплексу мікроорганізмів, до кінцевих продуктів, в основному метану та діоксиду вуглецю. Газ, що утворюється у процесі зброджування, подається на накопичення до газгольдерів на ЗВ 12.

					<b>ЕКБ. БЕ5113.ПЗ</b>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **ПВ 9.3. Дегельмінтизація осадів**

Для дегельмінтизації осадів в камері дегельмінтизації Р-28 передбачено обробка парою при температурі  $65\pm 1^{\circ}\text{C}$ , протягом 20 хвилин.

### **ПВ 9.4. Промивка осаду**

Здійснюється очищеною водою, що поступає з ТП 8. Здійснюється протягом 30 хвилин в камері промивки осаду КП-29. Здійснюється технічний контроль напору очищеної води.

### **ПВ 9.5. Ущільнення осаду**

Здійснюється ущільнення осаду в мулоущільнювачі МУ-30 до  $W=96\%$  протягом 12-18 годин. Мулова вода поступає «у голову» споруд на ТП 6.1.

### **ПВ 9.6. Коагуляція ущільненого осаду**

Для зміни структури та покращення віддачі води осад обробляються розчином коагулянту.

Обробка мінеральним коагулянтом забезпечує агрегацію тонкодисперсних та колоїдних частинок осаду, супроводжується руйнуванням гідратних оболонок, а також зміною форм зв'язку води з частинками осаду. Це зменшує питомий опір осадів фільтрації до значень, при яких забезпечується стабільна робота зневоднюючого обладнання.

Ефективною є обробка осадів послідовно хлорним залізом та гашеним вапном в реакторі Р-31. Нейтралізуючи кислоти, які утворюються внаслідок гідролізу коагулянтів, гашене вапно вступає в хімічні реакції з кислотами та органічними речовинами, що містяться в осадах. При цьому в 2 рази скорочується витрата власне коагулянтів, припиняється гниття осаду й розповсюдження запахів. Реагенти подаються від ДР3 та ДР4.

### **ПВ 9.7. Зневоднення осаду на вакуум-фільтрі**

Далі надлишковий активний мул поступає на вакуум-фільтри Ф-32 для зневоднення.

					<i>ЕКБ. БЕ5113.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робочий цикл вакуум-фільтру включає наступні операції: фільтрування, зневоднення (підсушування), видалення кеку на полігон.

Утворений фільтрат подається на стадію ТП 6.1, а утворений кек з вологістю 70-75% подається на майданчики для збереження або на полігон для поховання. Робочий тиск 0,05 мПа, здійснюється технічний контроль тиску.

### **ЗВ 10. Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках**

Зі стадії ПВ 9.3 у разі необхідності 20% осадів подають на аварійні майданчики ММ-33, де підсушуються. Дренажна вода насосами Н-34 перекачується у головну очисних споруд - на стадію ТП6.1, осад – на утилізацію.

### **ЗВ 11. Зневоднення осаду на піскових майданчиках**

Зі стадії ТП 6.2 надходить піщана пульпа, що подається на піскові майданчики ПМ-35, де зневоднюється. Дренажна вода насосами Н-36 перекачується у голову очисних споруд (на стадію ТП 6.1), висушений пісок – на вивезення.

### **ЗВ 12. Збір газу у газгольдері**

Газ, що збирається на виході з метантенку, накопичується у газгольдерах Г-37. Для прийому газу з метантенків використовують «мокрі газгольдери», кожен з яких складається з резервуара, заповненого водою і дзвонів, що переміщуються на роликах по напрямних. Вага дзвону врівноважується протитиском газу. Завдяки цьому, при зміні об'єму газу під дзвоном, тиск у газгольдері і у газовій мережі залишається постійним. Для подальшого використання біогаз проходить стадію очищення.

### **ЗВ 13. Спалювання біогазу в когенераційній установці**

Спалюється надлишкова кількість біогазу в когенераційній установці КУ-39.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3. Контроль виробництва

Таблиця 4

Точки і параметри контролю виробництва

№	Назва стадії процесу, місце заміру параметра або відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Методи контролю	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6	7
1	Попередньо очищені виробничі стічні води та стічні води міста	Витрати стічних вод, м <sup>3</sup> /добу	1 раз на добу	50000, $\delta = \pm 3\%$	K <sub>T</sub>	Акустичний витратомір ЕХО-Р-02, клас точності 3
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,05$	K <sub>x</sub>	Іономір лабораторний І-160. Клас точності 3.
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	207 $\delta = \pm 10\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.039-95
		Температура, °C	Кожні 2 години, і 1 раз на добу (середньодобова проба)	Не більше 25, $\Delta = \pm 0,1$ °C	K <sub>T</sub>	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ. БЕ5113.ПЗ

Арк.

36

1	2	3	4	5	6	7
		ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	2 рази на тиждень	9 $\delta = \pm(15-30)\%$	K <sub>x</sub>	<b>КНД 211.1.4.021-95</b>
		БСК <sub>повн</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	2 рази на тиждень	238 $\Delta = \pm(2,4-4000)\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.024-95
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувці, кПа	1 раз за годину	2,5 $\delta = \pm 2,5\%$	K <sub>t</sub>	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Клас точності 2,5
3	Підготовка хлорної води	Масова концентрація хлору, мг/м <sup>3</sup>	1 раз на годину	85 $\delta = \pm(10-15)\%$	K <sub>x</sub>	Концентрато- мір КОХ-1
4	Підготовка 10% розчину хлорного заліза	Масова концентрація хлорного заліза, мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на годину	10 $\delta = \pm(10-15)\%$	K <sub>x</sub>	Концентрато- мір КОХ-1

1	2	3	4	5	6	7
5	Очищення на піскоуловлювачах	Масова концентрація піску та мінеральних домішок на вході мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на добу	2,3 $\delta = \pm 5\%$	K <sub>T</sub>	КНД 211.1.4.045-95
		Масова концентрація піску та мінеральних домішок на виході мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на добу	0,8 $\delta = \pm 5\%$	K <sub>T</sub>	КНД 211.1.4.045-95
5	Первинне відстоювання	Масова концентрація завислих речовин на вході мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	207 $\delta = \pm 10\%$	K <sub>T</sub>	КНД 211.1.4.039-95
		Масова концентрація завислих речовин на виході мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	117 $\delta = \pm 10\%$	K <sub>T</sub>	КНД 211.1.4.039-95
6	Біологічне очищення в аеротенку	Муловий індекс, см <sup>3</sup> /г	1 раз у добову зміну	Не менше 100, Не більше 120	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Доза активного мулу, г/дм <sup>3</sup>	3 рази на тиждень	6,7	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	18-22 $\Delta = \pm 0,1\%$	K <sub>T</sub>	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C

1	2	3	4	5	6	7
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,1$	K <sub>x</sub>	МВВ № 081/12-0317-06 Іономір лабораторний І-160
7	Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,2-99,7	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Ступінь рециркуляції	4 рази на тиждень	0,3	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
8	Змішування очищеної води з хлорною водою	Доза активного хлору, мг/дм <sup>3</sup>	1 раз на добу	5	K <sub>x</sub>	Дозатор-витратомір 8010
9	Очищені стічні води міста і виробництва	Колі-індекс	1 раз на добу	<3	K <sub>мб</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Колі-титр, мл	1 раз на добу	<333	K <sub>мб</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

1	2	3	4	5	6	7
		Масова концентрація хлору, г/дм <sup>3</sup>	2 рази на годину	1,5 $\delta = \pm(10-15)\%$	K <sub>x</sub>	Концентрато-мір КОХ-1
10	Перебування стічної води у контактному резервуарі	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	97	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		БСК <sub>п</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	2 рази на тиждень	6 $\Delta = \pm(2,4-8)\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.024-95
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	0,75 $\delta = \pm 10-18\%$	K <sub>x</sub>	КНД 211.1.4.039-95
11	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	97	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд



1	2	3	4	5	6	7
12	Анаеробне зброджування	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	97	$K_T$	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	35	$K_T$	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C
		Мікроскопіювання осаду	1 раз в денну зміну	-	$K_{mb}$	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
13	Дегельмі- нтизація	Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	65 $\Delta = \pm 0,1\%$	$K_T$	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C
14	Промивка анаеробного зброджуваного осаду	Мікроскопіювання осаду	1 раз в денну зміну	-	$K_{mb}$	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
15	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96	$K_T$	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

1	2	3	4	5	6	7
14	Коагуляція ущільненого осаду	Доза хлорного заліза, %	1 раз на добу	2,8	K <sub>x</sub>	Дозатор-витратомір 8010
		Доза негашеного вапна, %	1 раз на добу	5,6	K <sub>x</sub>	Дозатор-витратомір 8010
15	Зневоднення осаду на фільтр-пресі	Робочий тиск нагнітання в повітродувці, МПа	1 раз за годину	0,067 $\delta = \pm 2,5\%$	K <sub>T</sub>	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Клас точності 2,5
		Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	70-75	K <sub>T</sub>	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
16	Знаходження газу у газгольдері	Тиск, МПа	1 раз на 2 години	0,17	K <sub>T</sub>	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Клас точності 2,5

### 3.4. Матеріальний баланс

Таблиця 5

Використано					Отримано				
Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість			Стадія	Назва кінцевого продукту або напівпродукту, відходів та втрат	Кількість		
		кг/ м <sup>3</sup> СВ	м <sup>3</sup> / добу	кг			Кг/ м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup> / добу	кг
Механічне очищення суміші стічних вод	Стічна вода Завислі речовини БСК <sub>пов</sub> Пісок	---	50000	---	Механічне очищення суміші стічних вод	Стічна вода Завислі речовини БСК <sub>пов</sub> Пісок	---	49900	---
		0,207	---	2890			0,140	---	2595
		0,238	---	2340			---	---	---
		---	---	2250			---	---	---
					Вилучено	Завислі речовини БСК <sub>пов</sub> Пісок		55	2595
									2250
					Втрати	Стічна вода Забруднювачі		45	---
								---	40
Всього			50000	7480	Всього			50000	7480
Біологічне очищення суміші СВ	Стічна вода Завислі речовини БСК <sub>пов</sub> Приріст біомаси	---	49900	---	Біологічне очищення суміші СВ	Стічна вода Завислі речовини БСК <sub>пов</sub> Приріст біомаси	---	49780	
		0,140	---	2595			0,001	---	30,8
		0,202	---	2150			0,0015	---	35,2
		0,17	---	3500			---	---	---
					Вилучено	Завислі речовини БСК <sub>пов</sub> Біомаси	---	50	2534
							---	---	2100
							---	---	3510
					Втрати	Стічна вода Забруднювачі	---	70	---
							---	---	35
Всього			49900	8245	Всього			49900	8245

## РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

### 4.1. Розрахункові витрати стічних вод

Згідно з завданням основним джерелом водовідведення є населення міста і промислове підприємство (птахофабрика).

Згідно завдання середня витрата стічних вод міста і підприємства складає  $Q_{\text{сер доб}} = 50\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$ , з них побутових  $Q_{\text{сер доб г-п}} = 47\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$ .

$$Q_{\text{пп}}^{\text{доб}} = 50\,000 - 47\,000 = 3\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розраховуємо середньогодинну витрату стічної води міста:

$$Q_{\text{сер год}} = \frac{Q_{\text{сер доб}}}{24} = \frac{50\,000}{24} = 2083 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Середньосекундні витрати:

$$q_{\text{сер с}} = \frac{Q_{\text{сер год}}}{3600} = \frac{2083}{3600} = 0,579 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$q_{\text{сер с}} = \frac{Q_{\text{сер год}}}{3600} \cdot 1000 = 579 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Максимальна секундна витрата:

$$q_{\text{max с}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сер.с}} = 1,495 \cdot 579 = 866 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Мінімальна секундна витрата:

$$q_{\text{min с}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сер.с}} = 0,665 \cdot 579 = 385 \text{ дм}^3/\text{с}$$

де  $q_{\text{сер.с}}$  – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ,

$K_{\text{max}}, K_{\text{min}}$  – коефіцієнти максимальної і мінімальної нерівномірності водовідведення.

$K \backslash q_{\text{сер с}}$	100	300	500	1000	Більше 5000
$K_{\text{max}}$	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
$K_{\text{min}}$	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

За методом лінійної інтерполяції, враховуючи значення середньо-секундних витрат 579, коефіцієнти становлять  $K_{min} = 0,665$ ,  $K_{max} = 1,495$ ,

Розрахунок максимальної годинної витрати:

$$Q_{\max \text{ год}} = 3,6 \cdot q_{\max.с} = 3,6 \cdot 866 = 3118 \text{ м}^3/\text{с}$$

Визначення кількості мешканців, які проживають в місті:

$$N = \frac{Q_{\text{сер.доб}}^{\text{поб}}}{a} \cdot 1000, \text{чол.}$$

$a$  – норма водовідведення, що становить  $300 \text{ м}^3/\text{чол. доб}$

$$N = \frac{47\,000}{300} \cdot 1000 = 157\,000 \text{ чол.}$$

Розрахунок концентрації завислих речовин

$$C_{зр} = \frac{a_{зр} \cdot N}{Q_{\text{сер.доб}}^{\text{поб}}}, \text{мг/дм}^3$$

де,  $a_{зр} = 6,5 \text{ г/чол. добу}$  – кількість забруднюючих речовин на одного жителя, г/доб, яка приймається:  $65 \text{ г/доб}$  завислих речовин,  $75 \text{ г/доб}$  – БСК<sub>повн</sub>,  $2,5 \text{ г/доб}$  – ПАР;  $N$  – кількість жителів міста, визначається з врахуванням норми водовідведення– $300 \text{ дм}^3/\text{доб} \cdot \text{люд.}$ ;  $Q_{\text{поб}} = 47000 \text{ м}^3/\text{доб}$  – витрата господарсько-побутових стічних вод,  $\text{м}^3/\text{доб}$ .

$$C_{зр} = \frac{65 \cdot 157\,000}{47\,000} = 217 \text{ мг/дм}^3$$

Концентрація органічних речовин за БСК<sub>повн</sub> у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{\text{БСК}} = \frac{a_{\text{БСК}} \cdot N}{Q_{\text{поб}}} = \frac{75 \cdot 157\,000}{47\,000} = 251 \text{ мг/дм}^3,$$

,

БСК –  $75 \text{ г/чол. добу}$

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок концентрації ПАР у господарсько-побутових водах:

$$C_{\text{ПАР}} = \frac{a_{\text{ПАР}} \cdot N}{Q_{\text{сер.доб}}^{\text{пром}}} = \frac{2,5 \cdot 157\,000}{47\,000} = 8,35 \text{ мг/дм}^3$$

де,  $a_{\text{ПАР}} = 2,5 \text{ г/ (чол.доб)}$ .

Концентрація забруднень у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод визначається за формулою:

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}}, \text{мг/дм}^3,$$

де  $C_{\text{вир}}$  – концентрація забруднень у виробничих стічних водах після їх очищення на локальних очисних спорудах,  $\text{мг/дм}^3$ ;  $Q_{\text{вир}}$  – витрата виробничих стічних вод,  $\text{м}^3/\text{доб}$ .

Концентрація завислих речовин у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,ЗР}} = \frac{C_{\text{ЗР}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир,ЗР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}}, \text{мг/дм}^3.$$

Концентрація органічних речовин за БСК<sub>повн</sub> у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,БСК}} = \frac{C_{\text{БСК}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир,БСК}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}}, \text{мг/дм}^3.$$

Концентрація ПАР у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум,ПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир,ПАР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}}, \text{мг/дм}^3.$$

Враховуючі дані з таблиці 2 приймаємо відповідні концентрації забруднень стічних вод виробництва та розраховуємо концентрації забруднень в суміші стічних вод міста і підприємства:

$$C_{\text{сум,ЗР}} = \frac{C_{\text{зав реч}}^{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{зав реч}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{217 \cdot 47\,000 + 50 \cdot 3\,000}{50\,000} =$$

$$= 207 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{\text{сум,БСК}_{\text{повн}}} = \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{БСК}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{251 \cdot 47\,000 + 30 \cdot 3000}{50\,000} =$$

$$= 238 \text{ мг/дм}^3;$$

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{сум,ПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}}^{\text{поб}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{ПАР}}^{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{8,35 \cdot 47\,000 + 20 \cdot 3000}{50\,000} = 9 \text{ мг/дм}^3.$$

## 4.2. Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод

### 4.2.1. Нормативи якості води у водоймі

Норми якості води водойм і водотоків для умов господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського призначення визначено, згідно з [19].

Згідно завдання, водойма відноситься до господарсько-побутового водокористування.

До господарсько-побутового водокористування відноситься використання водних об'єктів для купання, занять спортом і відпочинку населення. Вимоги до якості води, встановлені для господарсько-побутового водокористування, поширюються на всі ділянки водних об'єктів, що знаходяться в межах населених місць, незалежно від виду їх використання.

У розрахунковому створі за течією річки на відстані 2,9 км від найближчого пункту водокористування повинні забезпечуватися наступні показники якості води [20]:

- завислі речовини  $\leq 0,75 \text{ мг/дм}^3$ ;  $0,75 \text{ г/м}^3$  - максимально-допустимий приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод
- біохімічна потреба в кисні  $\leq 6 \text{ мг/дм}^3$  при температурі  $20^\circ\text{C}$ ;
- розчинений кисень  $\geq 4 \text{ мг/дм}^3$  ( в літній період).

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} = \frac{1,4 \cdot 2,5}{200} = 0,0175$$

де  $V_{cp} = 1,4$  м/с - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання);  $H_{cp} = 2,5$  м - середня глибина річки на тій же ділянці, м (згідно завдання).

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки, визначається за формулою:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q_{сеп.с}}} = 1,3 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0175}{0,579}} = 0,61$$

де  $\varphi = 1,3$  - коефіцієнт звивистості річки, рівний відношенню відстані по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового створу до відстані між цими пунктами по прямій;  $\xi = 1,5$  - коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при русловому випуску);

$q = 0,579$  м<sup>3</sup>/с - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м<sup>3</sup>/с.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{q_{сеп.с}}\right)e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,61 \sqrt[3]{2900}}}{1 + \left(\frac{26}{0,579}\right)e^{-0,61 \sqrt[3]{2900}}} = 0,999$$

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де  $L = 2900$  м - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (згідно завдання);  $Q = 26$  м<sup>3</sup>/с - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, м<sup>3</sup>/с (згідно завдання);  
 $q = 0,579$  м<sup>3</sup>/с - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м<sup>3</sup>/с.

#### 4.2.2. Необхідний ступінь очищення стічних вод

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{зр}^{доп} = p \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q}{q_{сер.с}} + 1 \right) + C_{\phi} = 0,75 \cdot \left( \frac{0,999 \cdot 26}{0,579} + 1 \right) + 15 = 49 \text{ мг/дм}^3$$

де  $p = 0,75$  г/м<sup>3</sup> - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{\phi} = 15$  мг/дм<sup>3</sup> - фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм<sup>3</sup> (згідно завдання).

Допустиме значення БСК<sub>повн</sub> стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{БСК}^{доп} = \frac{\gamma \cdot Q}{q_{сер.с}} \cdot \left( \frac{C_{ГДК}^{БСК}}{10^{-k \cdot t}} - C_{БСК}^{\phi} \right) + \frac{C_{ГДК}^{БСК}}{10^{-k \cdot t}} = \frac{0,999 \cdot 26}{0,579} \cdot \left( \frac{6}{10^{-0,11 \cdot 0,024}} - 3 \right) + \frac{6}{10^{-0,11 \cdot 0,024}} = 142,26 \approx 142 \text{ мг/дм}^3,$$

де  $C_{БСК}^{доп}$  - значення БСК<sub>повн</sub>, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{ГДК}^{БСК} = 6$  мг/дм<sup>3</sup> - гранично-допустиме значення БСК<sub>повн</sub> у розрахунковому створі річки, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{БСК}^{\phi} = 3$  мг/дм<sup>3</sup> - фонове значення БСК<sub>повн</sub> у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм<sup>3</sup> (згідно завдання);  $k = 0,11$  - константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, доба<sup>-1</sup> (дод. К, табл. К.1);

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{\text{ср}} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{2900}{1.4 \cdot 24 \cdot 3600} = 0.024 \text{ доб},$$

де L = 2900 м - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (згідно завдання); V<sub>ср</sub> = 1,4 м/с - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання).

Розрахунок допустимого БСК<sub>повн</sub> стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК<sub>повн</sub> стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{\text{БСК}}^{\text{O}_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0.4 \cdot q_{\text{ср.с}}} \cdot (O_{\text{ф}} - 0.4 \cdot C_{\text{БСК}}^{\text{ф}} - O_{\text{min}}) - \frac{O_{\text{min}}}{0.4} = \frac{0.999 \cdot 26}{0.4 \cdot 0.579} \cdot (8 - 0.4 \cdot 3 - 4) - \frac{4}{0.4} = 304 \text{ мг/дм}^3,$$

де  $C_{\text{БСК}}^{\text{O}_2}$  - БСК<sub>повн</sub> стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм<sup>3</sup>; O<sub>ф</sub> = 8 мг/дм<sup>3</sup> – фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм<sup>3</sup>; O<sub>min</sub> = 4 мг/дм<sup>3</sup> - найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, мг/дм<sup>3</sup>; C<sub>БСК</sub><sup>ф</sup> = 3 мг/дм<sup>3</sup> - фонове значення БСК<sub>повн</sub> у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм<sup>3</sup> (згідно завдання); 0,4 – коефіцієнт для перерахунку БСК<sub>повн</sub> у БСК<sub>2</sub>.

За розрахункові значення БСК<sub>повн</sub> приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках. Отримане значення концентрації завислих речовин (49 мг/дм<sup>3</sup>) свідчить про достатність повного біологічного очищення, значення БСК<sub>повн</sub> (142 мг/дм<sup>3</sup>) свідчить про те, що немає потреби в доочищенні, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК<sub>повн</sub>=15 мг/дм<sup>3</sup>, C<sub>зр</sub>=15 мг/дм<sup>3</sup>.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 4.3. Вибір, характеристика, розрахунок споруд біологічного очищення стічних вод

#### 4.3.1. Розрахунок первинних відстійників

Тип відстійника – радіальний - визначається в залежності від пропускної здатності очисних споруд. Ефективність  $E_{set}$  відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм<sup>3</sup>. Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{set} = \frac{C_{zp}^n - C_{zp}^k}{C_{zp}^n} \cdot 100\% = \frac{207 - 150}{207} \cdot 100\% = 28\%,$$

де  $C_{zp}^n = 207$  мг/дм<sup>3</sup> - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_{zp}^k = 150$  мг/дм<sup>3</sup> - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, мг/дм<sup>3</sup>.

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за [18] (дод. К, табл. К.2) і становить:  $t_{set} = 525$  с.

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left( \frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,0 \cdot 525 \cdot \left( \frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,3}} = 1,91 \text{ мм/с},$$

де  $K_{set} = 0,45$  - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника;  $H_{set} = 3$  м – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника;  $\alpha = 1$  - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод [18](дод. К, табл. К.3);  $t_{set} = 525$  с – тривалість відстоювання, с;  $h = 0,5$  м – висота циліндра, м;  $n_2 = 0,3$  – показник степеня, який залежить від агломерації частинок, приймається за [18] (дод. К, табл. К.4).

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для початку розрахуємо кількість первинних відстійників з діаметром 24 м.

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального типу відстійників:

$$q_{set} = 2.8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)(U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45(24^2 - 1,6^2)(1,91 - 0) = 1380 \text{ м}^3/\text{год}$$

де  $D = 24 \text{ м}$  – діаметр відстійника, м;  $d = 1,6 \text{ м}$  – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника [18] (дод. К, табл. К.5);  $v = 0$  – турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 5-10 мм/с (дод. К, табл. К.6).

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд [18] (дод. К, табл. К.7). Кількість відстійників повинна бути не менша двох. Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{3118}{1380} = 2,3 \approx 3 \text{ шт.},$$

де  $Q_{max} = 3118 \text{ м}^3/\text{год}$  – максимальна витрата суміші стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Для другого варіанту з радіальним відстійником діаметром 30 м :

$$q_{set} = 2.8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)(U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45(30^2 - 1,8^2)(1,91 - 0) = 2158 \text{ м}^3/\text{год}$$

де  $D = 30 \text{ м}$  – діаметр відстійника, м;  $d = 1,8 \text{ м}$  – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника [11] (дод. К, табл. К.5);  $v = 0$  – турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 5-10 мм/с (дод. К, табл. К.6).

Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{3118}{2158} = 1,4 \cdot 1,2 = 1,7 \approx 2 \text{ шт.},$$

де  $Q_{max} = 3118 \text{ м}^3/\text{год}$  – максимальна витрата суміші стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ ; 1,2 – поправочний коефіцієнт.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для третього варіанту з радіальним відстійником діаметром 40 м:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (40^2 - 2,0^2) (1,91 - 0) = 3841 \text{ м}^3 / \text{год},$$

де  $D = 40$  м – діаметр відстійника, м;  $d = 2$  м – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника [11] (дод. К, табл. К.5);  $v = 0$  - турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 5-10 мм/с (дод. К, табл. К.6).

Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{3118}{3841} = 0,8 \approx 1 \text{ шт},$$

де  $Q_{max} = 3118 \text{ м}^3/\text{год}$  – максимальна витрата суміші стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Розраховавши продуктивність та кількість первинних відстійників, бачимо, що доцільніше використати радіальний відстійник діаметром 30 м.

Отже, приймаємо 2 первинних радіальних відстійника діаметром 30м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 30м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{vax}}{N_{\phi}} = \frac{3118}{2} = 1559 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{1559}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (30^2 - 1,8^2)} = 1,4 \text{ мм/с}.$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{set}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left( \frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,4 \cdot 1,0 \left( \frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,3}} = 716 \text{ с}.$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при  $C_{поч}$  і  $t_{set}^{\phi}$  становить [18] (дод. К, табл. К.1):  $E^{\phi} = 43,3 \%$ .

При отриманому  $E^{\phi}$  концентрація завислих речовин:

$$C_{зр}^{к, \phi} = C_{зр}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{зр}^n}{100} = 207 - \frac{43,3 \cdot 207}{100} = 117 \text{ мг/дм}^3.$$

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить:

$$M_{oc} = \frac{(C_{зр}^n - C_{зр}^{к.ф.}) \cdot Q_{сер.доб} \cdot K}{10^6} = \frac{(207 - 117) \cdot 50000 \cdot 1,2}{10^6} = 5,4 \text{ т/добу},$$

де  $Q_{сер.доб} = 50000 \text{ м}^3/\text{доб}$  - витрата стічних вод,  $\text{м}^3/\text{доб}$ ;  $K=1,2$  – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{oc}}{100 - W_{oc}} = \frac{100 \cdot 5,4}{100 - 95} = 108 \text{ м}^3,$$

де  $W_{oc} = 95 \%$  – вологість осаду, %.

Приймаємо за розрахунком кількість первинних радіальних відстійників – 2 шт, за типовим проектом ТП 902-2-378.83 з типовими розмірами: діаметр відстійника – 30 м, діаметр розподільного пристрою - 1.8 м, гідравлічна глибина - 3.4 м, висота зони осаду - 0,3 м, об'єм зони осаду – 340  $\text{м}^3$ .

#### 4.3.2. Розрахунок аеротенка

Значення  $БСК_{повн}$  стічних вод, які надходять в аеротенк, становить 238  $\text{мг/дм}^3$ . Згідно [1], при концентрації  $БСК_{повн} < 500 \text{ мг/дм}^3$  приймаємо аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу ( $БСК_{повн} > 150 \text{ мг/дм}^3$ ).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації в межах 2,5  $\text{г/дм}^3$  та значення мулового індексу 85  $\text{см}^3/\text{г}$ . Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{85} - 2,5} = 0,27,$$

де  $a_a$  – доза мулу, що дорівнює 2,5  $\text{г/дм}^3$ ;  $J$  – муловий індекс, який становить 85  $\text{см}^3/\text{г}$ .

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з [19], значення  $R$ , при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше 0,3, тому для подальших розрахунків приймаємо  $R=0,3$ .

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left( \frac{1}{2R} + 1 \right) = 2,5 \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) = 6,7 \text{ г/дм}^3.$$

Концентрація органічних забруднень за  $БСК_{\text{повн}}$  в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a + C_{\text{БСК}}^k \cdot R}{1 + R} = \frac{202,3 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 159,1 \text{ мг/дм}^3,$$

де  $C_{\text{сум,БСК}}^a$  - показник  $БСК_{\text{повн}}$  стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження  $БСК$  після первинного відстоювання на 15%,  $\text{мг/дм}^3$ ;

$C_{\text{БСК}}^k = 15 \text{ мг/дм}^3$  показник  $БСК_{\text{повн}}$  в очищеній воді після повного біологічного очищення,  $\text{мг/дм}^3$ .

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \cdot \lg \frac{159,1}{15} = 1,6 \text{ год.}$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \frac{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^k} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p} =$$

$$85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 6,7} = 16,5 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}},$$

де  $\rho_{\text{max}} = 85 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$  – максимальна швидкість окиснення стічних вод [19];  $C_o$  – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається  $2 \text{ мг/дм}^3$ ;  $K_L$  - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає  $33 \text{ мг} \cdot \text{БПК}_{\text{повн}}/\text{дм}^3$  [19];

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_0$  – константа, яка характеризує вплив кисню, становить  $0,625 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  [1,табл.40];  $\varphi$  – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає  $0,07 \text{ дм}^3/\text{г}$  [19].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p (1-S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р}}} = \frac{202,3-15}{6,7(1-0,3) \cdot 16,5 \cdot 0,3} \cdot \frac{15}{22} = 5,5 \text{ год},$$

де  $S$  – зольність активного мулу, приймається  $0,3$ ;  $T_{\text{сер.р}}$  – середньорічна температура стічних вод, становить  $22^\circ\text{C}$ .

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a = 5,5 - 1,6 = 3,9 \text{ год}.$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{\text{сер}} = (1+R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1+0,3) \cdot 1,6 + 3,9 \cdot 0,3 = 3,25 \text{ год}.$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a (1+R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{2,5(1+0,3) \cdot 1,6 + 6,7 \cdot 0,3 \cdot 3,9}{3,25} = 4 \text{ г/дм}^3.$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{сум,БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сер}} \cdot (1-S) \cdot t_{\text{сер}}} = \frac{24(202,3-15)}{4 \cdot (1-0,3) \cdot 3,25} = 494 \text{ мг/(г} \cdot \text{добу)}$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [19], (дод. К, табл. К.8), яке становить:  $I_\phi = 94,1 \text{ см}^3/\text{г}$ .

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

$$R^\phi = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{94,1} - 2,5} = 0,31.$$

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розрахунок вважається завершеним, коли нове значення  $R_{\phi}$  не перевищує попереднього або відрізняється від нього в межах точності розрахунку 5%.

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{\max} = (1 + 0,3) \cdot 1,6 \cdot 3118 = 6485 \text{ м}^3;$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot Q_{\max} = 3,9 \cdot 0,3 \cdot 3118 = 3648 \text{ м}^3,$$

де  $Q_{\max}$  – максимальна витрата суміші стічних вод, 3118 м<sup>3</sup>/год.

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 6485 + 3648 = 10133 \text{ м}^3.$$

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{10133}{2} = 5067 \text{ м}^3.$$

Приймається 2 секції трьохкоридорного аеротенку з робочою глибиною  $H=4,4$  м; шириною секцій  $B=6$  м [21].

Довжина секції становить:

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k} = \frac{10133}{6 \cdot 4,4 \cdot 2 \cdot 3} = 64 \text{ м},$$

де  $N = 3$  – кількість секцій аеротенка, шт.;  $n_k = 2$  – кількість коридорів у секції, шт.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{3648}{10133} \cdot 100 = 36\%.$$

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$P = 0,8 \cdot C_{3P}^{к, \phi} + K_{\Pi} \cdot C_{\text{сум. БСК}}^a = 0,8 \cdot 117 + 0,3 \cdot 202,3 = 154,3 \text{ мг/дм}^3$$

де  $C_{3P}^{к, \phi} = 117$  мг/дм – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк<sup>3</sup>;

$K_{\Pi}$  - коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{нов} = \frac{q_o \cdot (C_{сум}^{бнк} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (202,3 - 15)}{1,68 \cdot 2,68 \cdot 0,85 \cdot 1,04 \cdot (10,5 - 2)} = 6,1 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

де  $q_o$  – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні  $1,1 \text{ мг/дм}^3$ ;  $K_1 = 1,68$  – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка,  $K_2 = 2,68$  – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів [19], (дод. К.10);  $K_3 = 0,85$  – коефіцієнт якості води для міських стічних вод [19], (дод. К.9);  $K_T$  – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ( $T_{сер.р}$ ) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{сер.р} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (22 - 20) = 1,04$$

де  $C_a$  – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів ( $h_a$ ) за формулою:

$$C_a = (1 + \frac{h_a}{20,6}) \cdot C_T = (1 + \frac{4,4}{20,6}) \cdot 8,67 = 10,5 \text{ мг/дм}^3,$$

де  $C_T$  – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить  $8,67 \text{ мг/дм}^3$  [22];  $C_o$  – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають  $2 \text{ мг/дм}^3$ .

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{нов} \cdot H}{t_{сер}} = \frac{6,1 \cdot 4,4}{3,25} = 8,3 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

де  $H = 4,4 \text{ м}$  – глибина аеротенка.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку -  $I_a = 0,67 I_{\text{сер}}$ , у регенераторі -  $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$ .

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 8,3 = 11,04 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 8,3 = 5,6 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

Отримані значення знаходяться в межах  $I_a^{\min} < I_a$ ,  $I_p < I_a^{\max}$ . Згідно [19] приймають  $I_a^{\min} = 3,3 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ,  $I_a^{\max} = 20 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{мах}} = 6,1 \cdot 3118 = 19020 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Повітродувки підбирають за каталогом, виходячи із загальних витрат напору і розрахункової витрати повітря.

#### 4.3.3. Розрахунок вторинних відстійників після аеротенків

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після аеротенків, число яких варто приймати не менше трьох за умови, що усі відстійники є робочими. Приймаються радіальні вторинні відстійники.

Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01 \cdot a_t}} \equiv \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,7^{0,8}}{(0,1 \cdot 94,1 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,7 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$$

де  $K_{\text{відст.}}$  - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4  $H_{\text{з.в.}} = 3,7$  - глибина зони відстоювання, м;  $J_{\text{м}}^{\phi} = 94,1$  - фактичне значення мулового індексу,  $\text{см}^3 / \text{г}$ ;  $a_a$  - концентрація активного мулу в аеротенку,  $15 \text{ г} / \text{дм}^3$ ;  $a_t$  - концентрація активного мулу у воді після відстоювання ( $15 \text{ мг} / \text{дм}^3$ ),  $\text{мг} / \text{дм}^3$ .

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст.}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q} = \frac{3118}{1.7} = 1834 \text{ м}^2$$

де  $Q_{\text{max}}$  – максимальна витрата стічних вод з врахуванням рециркуляційної витрати (при необхідності), 5206 м<sup>3</sup>/год.

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники – робочі:

$$N = \frac{F_{\text{відст.}} \cdot 4 \cdot K}{\pi D^2} = \frac{1834 \cdot 4 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 24^2} = 4,9 \approx 5 \text{ шт.}$$

Приймаємо 5 вторинних радіальних відстійника з діаметром 24 м.

Приймаємо такі розміри відстійника за типовим проектом 902-2-88/75:

- діаметр 24 м;
- глибина – 3,7 м;
- діаметр трубопроводу (підвідного) – 1200 мм;
- діаметр трубопроводу (відвідного) – 700 мм;
- об'єм зони (мулової) - 280 м<sup>3</sup>;
- об'єм зони (відстійника) – 1400 м<sup>3</sup>

#### 4.3.4. Розрахунок загальної витрати осадів

Для розрахунку метантенка або аеробного стабілізатора потрібно визначити витрату сухої речовини осаду:

$$O_{\text{сух}} = \frac{C_{\text{ЗР}}^{\text{сум}} \cdot E \cdot k \cdot Q_{\text{сум.доб}}}{10^8}, \text{ т/добу}$$

$$O_{\text{сух}} = \frac{207 \cdot 43,3 \cdot 1,1 \cdot 50000}{10^8} = 4,9 \text{ т/добу},$$

де  $C_{\text{ЗР}}^{\text{сум}} = 207 \text{ мг/дм}^3$  - концентрація завислих речовин в суміші побутових і виробничих стічних вод міста, мг/дм<sup>3</sup>;  $E^{\Phi} = 43,3 \%$  - фактична ефективність затримання завислих речовин у первинних відстійниках, %;  $k = 1,1$  - коефіцієнт,

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що враховує крупні частинки, які не уловлюються при відборі проб (рекомендується приймати рівним 1,1-1,2);  $Q_{\text{сум.доб.}} = 50\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$  - розрахункова витрата стічних вод,  $\text{м}^3/\text{добу}$ .

Визначається витрата надлишкового активного мулу:

$$M_{\text{сyx}} = \frac{Q_{\text{сум.доб.}} \cdot (P - b)}{10^6}, \text{ т/добу},$$

$$M_{\text{сyx}} = \frac{50000 \cdot (154,3 - 15)}{10^6} = 6,97 \text{ т/добу},$$

$$P = 0,8 \cdot C_{\text{зр}}^{\text{к.ф}} + K_{\text{п}} \cdot C_{\text{сум.БСК}}^{\text{а}} = 0,8 \cdot 117 + 0,3 \cdot 202,3 = 154,3 \text{ мг/дм}^3,$$

$$C_{\text{сум.БСК}}^{\text{а}} = 238 - (0,15 \cdot 238) = 202,3 \text{ мг/дм}^3,$$

де  $C_{\text{зр}}^{\text{к.ф}} = 117 \text{ мг/дм}^3$  - концентрація завислих речовин в стічній воді, що надходить в аеробний стабілізатор,  $C_{\text{сум.БСК}}^{\text{а}} = 202,3 \text{ мг/дм}^3$  (15% від  $C_{\text{БСК}} = 238 \text{ мг/дм}^3$ ) - показник БСК<sub>повн</sub> стічної води, що надходить в аеробний стабілізатор,  $P = 154,3 \text{ мг/дм}^3$  - приріст активного мулу,  $\text{мг/дм}^3$ ;  $b = 15 \text{ мг/дм}^3$  - концентрація активного мулу в стічній воді на виході із вторинних відстійників,  $K_{\text{п}} = 0,3$  - коефіцієнт приросту активного мулу.

Витрату беззольної речовини осаду ( $O_{\text{без}}$ ) та надлишкового активного мулу ( $M_{\text{без}}$ ) визначають за формулами:

$$O_{\text{без}} = \frac{O_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{ос}}) \cdot (100 - 3_{\text{ос}})}{10^4}, \text{ т/добу}$$

$$O_{\text{без}} = \frac{4,9 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{10^4} = 3,26 \text{ т/добу}$$

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{м}}) \cdot (100 - 3_{\text{м}})}{10^4}, \text{ т/добу}$$

$$M_{\text{без}} = \frac{6,97 \cdot (100 - 5) \cdot (100 - 30)}{10^4} = 4,64 \text{ т/добу},$$

де  $B_{\text{ос}}$  та  $B_{\text{м}}$  - гігроскопічна вологість осаду та активного мулу, яка

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймається 5 %;  $Z_{oc}$  та  $Z_m$  - зольності, відповідно, осаду та активного мулу, які для побутових стічних вод приймають рівними 30%.

Витрати осаду та активного мулу фактичної вологості за умови, що їх густина дорівнює  $1 \text{ т/м}^3$ , визначають за формулами:

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot O_{cux}}{(100 - W_{oc})}, \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot 4,9}{(100 - 95)} = 98 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_m = \frac{100 \cdot M_{cux}}{(100 - W_m)}, \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$V_m = \frac{100 \cdot 6,97}{(100 - 98)} = 349 \text{ м}^3/\text{добу},$$

де  $W_{oc} = 95 \%$  - вологість осаду при самопливному видаленні, %;

$W_m = 98 \%$  - вологість ущільненого мулу, % [18].

Вміст сухої речовини у осаді:

$$S_{cux} = O_{cux} + M_{cux}, \text{ т/добу}$$

$$S_{cux} = 4,9 + 6,97 = 11,87 \text{ т/добу}$$

Вміст беззольної речовини в осаді:

$$S_{bez} = O_{bez} + M_{bez},$$

$$S_{bez} = 3,26 + 4,64 = 7,9 \text{ т/добу}.$$

Загальна витрата осаду та активного мулу буде складати:

$$V_{zag} = V_{oc} + V_m = 98 + 349 = 447 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Загальна вологість суміші осаду та активного мулу буде дорівнювати:

$$W_{zag} = 100 \cdot \left(1 - \frac{S_{cux}}{V_{zag}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{11,87}{447}\right) = 97 \%.$$

Загальна зольність суміші осаду та активного мулу буде дорівнювати:

$$Z_{zag} = \left[1 - \frac{S_{bez}}{O_{cux} \cdot \left(\frac{100 - B_{oc}}{100}\right) + M_{cux} \cdot \left(\frac{100 - B_m}{100}\right)}\right] \cdot 100 = \left[1 - \frac{7,9}{4,9 \cdot \left(\frac{100 - 5}{100}\right) + 6,97 \cdot \left(\frac{100 - 5}{100}\right)}\right] \cdot 100 = 30\%.$$

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

#### 4.3.5. Розрахунок метантенка

Для анаеробного зброджування суміші сирого осаду і НАМ використовується метантенк із термофільним режимом зброджування.

Робочий об'єм метантенка визначається за формулою:

$$V_{мет} = \frac{100 \cdot V_{заг.}}{D} = \frac{100 \cdot 447}{10} = 4470, \text{ м}^3$$

де  $D = 10\%$  - добова доза завантаження осаду в метантенк, %, яка приймається в залежності від режиму зброджування та середньої вологості завантажуваного осаду ( $w_{заг.}$ ), [1, табл. 59], (мезофільний режим,  $w_{заг.} = 97\%$ )

Розрахункову схему метантенка наведено на рис. 8.3 [18]

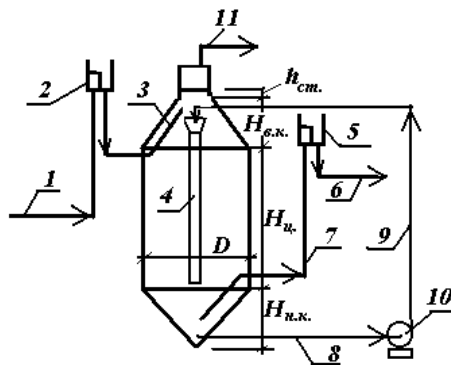


Рисунок 8.3 – Розрахункова схема метантенка:

- 1 - трубопровід подачі осаду на зброджування; 2 - завантажувальна камера; 3 - впускний трубопровід; 4 - труба з гідроелеватором; 5 - розвантажувальна камера; 6 - трубопровід випуску зброженого осаду; 7 - випускний трубопровід; 8 - всмоктуючий трубопровід системи перемішування; 9 - напірний трубопровід системи перемішування; 10 - насос для перемішування осаду; 11 - випуск газу

При наявності в стічних водах поверхнево-активних речовин прийняту дозу завантаження необхідно перевірити за формулою:

$$D^{ПАР} = \frac{10 \cdot D_{гр}^{ПАР}}{C_{ПАР} \cdot (100 - W_{заг.})} = \frac{10 \cdot 65}{6,32 \cdot (100 - 97)} = 34,3\%,$$

де  $D_{гр}^{ПАР}$  - гранично допустиме завантаження робочого об'єму метантенків ПАР, яке для побутових стічних вод приймається рівним 65 г/(м<sup>3</sup>·добу);  $C_{ПАР}$  -

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

концентрація поверхнево-активних речовин в осаді, мг/г.

Концентрація поверхнево-активних речовин в суміші осаду та активного мулу визначається за виразом:

$$C_{ПАР} = \frac{(a_o \cdot O_{сух} + a_m \cdot M_{сух})}{S_{сух}} = \frac{(8,2 \cdot 4,9 + 5 \cdot 6,97)}{11,87} = 6,32 \text{ мг/г},$$

де  $a_o = 8,2$  та  $a_m = 5$  - концентрація ПАР в осаді та в активному мулі, мг/г, яка приймається в залежності від концентрації ПАР у стічній воді [19].

Якщо при перевірочному розрахунку виявиться, що  $D^{ПАР} > D$ , то об'єм метантенків визначають за величиною  $D$ . Кількість метантенків приймається не менше двох, обидва робочі. Розміри типових метантенків наведено в додатку К, табл. К. 14.

Прийmemo 2 метантенки з наступними параметрами:

- Корисний об'єм – 2500 м<sup>3</sup>.
- Діаметр – 17,5 м.
- Висота верхнього конуса – 2,5 м.
- Висота циліндричної поверхні – 8,5 м.
- Висота нижнього конуса – 3,05 м.

Максимально можливий розпад беззольної речовини в суміші осаду та активного мулу визначається за формулою:

$$R_{zp} = \frac{(R_o \cdot O_{без} + R_m \cdot M_{без})}{S_{без}} = \frac{(53 \cdot 3,26 + 44 \cdot 4,64)}{7,9} = 47,71\%,$$

де  $R_o$  та  $R_m$  - максимально можливий розпад беззольної речовини осаду та активного мулу, який складає, відповідно, 53 та 44 % [19].

При метановому зброджуванні осаду утворюється біогаз. Вихід газу буде складати:

$$\Gamma = \frac{R_{zp} - K \cdot D}{100} = \frac{47,71 - 0,4 \cdot 10}{100} = 0,44 \text{ м}^3/\text{кг},$$

де  $K$  – коефіцієнт, що враховує залежність виходу газу від вологості та режиму зброджування- 0,4 (при мезофільному режимі та вологості – 97%),  $D$  - доза

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



завантаження – 10%.

Визначаємо сумарний вихід газу:

$$\Gamma_{\text{сум}} = \Gamma \cdot S_{\text{без}} \cdot 1000 = 0,44 \cdot 7,9 \cdot 1000 = 3476 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Для регулювання тиску і зберігання газу у складі очисних споруд передбачаються газгольдини «мокрого типу», об'єм яких розраховується на 2-4 години перебування газу ( $t_{\Gamma}$ ), тиск газу під ковпаком 1,5-2,5 кПа (150 - 250 мм вод. ст.) [19].

$$V_{\Gamma} = \frac{\Gamma_{\text{сум}} \cdot t_{\Gamma}}{24} = \frac{3476 \cdot 4}{24} = 579,33 \text{ м}^3,$$

де  $t_{\Gamma}$ -перебування газу в газгольдині - 4 год.

Розміри типових газгольдин наведено в додатку К, табл. К.15. Кількість газгольдин - 2.

Приймаємо типовий газгольдин з типовими параметрами:

- Об'єм – 300 м<sup>3</sup>.
- Діаметр резервуара – 9300 мм.
- Висота газгольдера – 12500 мм [14].

Кількість беззольної та сухої речовини в зброженій суміші на виході з метантенку буде складати:

$$S_{\text{без}}^{\text{зб}} = \frac{S_{\text{без}} \cdot (100 - R_{\text{сп}})}{100} = \frac{7,9 \cdot (100 - 47,71)}{100} = 4,13 \text{ т/добу}.$$

$$S_{\text{сух}}^{\text{зб}} = (S_{\text{сух}} - S_{\text{без}}) + S_{\text{без}}^{\text{зб}} = (11,87 - 7,9) + 4,13 = 8,1 \text{ т/добу}.$$

Зольність та вологість зброженої суміші визначаються за формулами:

$$Z_{\text{заг}}^{\text{зб}} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{100 \cdot S_{\text{без}}^{\text{зб}}}{S_{\text{сух}}^{\text{зб}} (100 - B_{\text{г}})} \right) = 100 \cdot \left( 1 - \frac{100 \cdot 4,13}{8,1 \cdot (100 - 5)} \right) = 46,3\%.$$

$$W_{\text{заг}}^{\text{зб}} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{S_{\text{сух}}^{\text{зб}}}{V_{\text{заг}}} \right) = 100 \cdot \left( 1 - \frac{8,1}{447} \right) = 98,2\%,$$

де  $B_{\Gamma}$  - гігроскопічна вологість зброженої суміші, яка приймається 5-6 % [18].

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

Проблеми створення безпечних і нешкідливих умов праці існували й існують станом на сьогоднішній день. Проте, в умовах науково-технічного прогресу на підприємствах та в торгівлі вони набули особливого значення, тому що зросла ціна кожного нещасного випадку.

### 5.1. Загальні положення охорони праці

Охорона праці - це система законодавчих, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних мір і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі праці. Завдання охорони праці полягає в тому, щоб звести до мінімуму ймовірність поразки працюючого під дією небезпечного виробничого фактора або захворювання під дією шкідливого виробничого фактора з одночасним забезпеченням комфортних умов при максимальній продуктивності праці. Закон України "Про охорону праці" визначає основні положення по реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності; регулює взаємини між адміністрацією і працівником в незалежності від форм власності; встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [23].

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною [24].

Згідно закону України «Про підприємства в Україні» усі роботодавці

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинні турбуватись про дотримання у своїй діяльності вимог законів України стосовно охорони праці та навколишнього природного середовища.

## 5.2 Структура управління охороною праці на підприємстві

Система управління охороною праці (СУОП) є комплексом дій з підготовки, прийняття та реалізації рішень з метою виконання організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів.

Головна мета введення СУОП на підприємстві що розглядається «ВІРТ» - забезпечення безпеки, збереження життя, здоров'я та працездатності працівників під час трудового процесу.

Управління охороною праці здійснюється: на підприємстві у цілому — директором підприємства безпосередньо та через заступника. У підрозділах та відділах — керівниками підрозділів. Контроль за дотриманням вимог із питань охорони праці та навколишнього середовища, підготовка звітності, рішень та пропозицій щодо покращення умов праці, виконує фахівець із охорони праці.

## 5.3. Метеорологічні параметри робочої зони

Під час роботи з ПЕОМ необхідно дотримувати оптимальні метеорологічні умови. Оптимальні метеорологічні умови - сполучення параметрів, які при тривалому й систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального й теплового стану організму без напруження реакцій терморегуляції. Параметри мікроклімату в приміщенні повинні відповідати ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 [25]. Параметри мікроклімату дотримуються із урахуванням категорії роботи за енерговитратами. Для підтримки в приміщенні оптимального температурного режиму відповідно до вимоги ДБН В.2.5-67:2013 [26] є централізоване опалювання і вентиляція. У теплий період року використовується кондиціонування.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.4. Освітлення

Особливістю роботи за дисплеєм ЕОМ є постійна й значна напруга функцій зорового аналізатора, обумовленого необхідністю розходження самосвітних об'єктів (символів, знаків і т.п.) при наявності відблисків на екрані, рядковій структурі екрана, мерехтіння зображення, недостатньою чіткістю об'єктів розходження.

Для забезпечення нормального освітлення застосовуються природне бокове одностороннє й штучне освітлення, які нормуються ДБН В.2.5-28-2006 [27] та НПАОП 0.00-1.28-2010 [28].

По характеру зорової роботи, робота відноситься до високої точності, розряд зорової роботи III, підрозряд г. Рациональне освітлення приміщення сприяє кращому виконанню виробничого завдання і забезпеченню комфорту при роботі. Для забезпечення нормального освітлення застосовуються природне, однобічне, бічне і штучне освітлення, а також сполучене, які нормуються санітарними нормами й правилами ДБН В.2.5-28-2006 [27]. Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. При виконанні роботи використовувалося природне одностороннє бокове й штучне освітлення. Нормативне значення КПО повинно бути не менш 1,5% при роботі з ПЕОМ, тому потрібно застосовувати штучне освітлення (згідно ДБН В.2.5-28-2006 [27]).

## 5.5. Шум та вібрація у робочому приміщенні

У приміщенні технічного відділу причинної шуму і вібрації являються апарати, прилади і устаткування: друкуючі пристрої, комп'ютери, вентилятори, кондиціонер та ін. При їхній роботі рівень вібрації не вище 33 дБ, рівень шуму не повинен перевищувати 50 дБА, що є нормою для даного виду діяльності відповідно до НПАОП 0.00-1.28-2010 [28]. Заходи по забезпеченню встановлених норм: використання спеціальних шум-поглинаючих перегородок.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосування меблів, які сприяють зменшенню шуму і вібрації, установка апаратів і приладів на спеціальні амортизуючі підкладки.

## 5.6. Електробезпека

Для живлення устаткування (ПЕОМ, освітлювальні прилади) які є однофазними споживачами використовується трифазна мережа 380/220В частотою 50Гц з глухо заземленої нейтралі. Із цієї причини при роботі з електроприладами існує потенційна небезпека ураження людини електричним струмом, тому в правилах устрою електроустановок (згідно ПУЕ [29]) передбачені наступні заходи електробезпеки: конструктивні, схемно-конструктивні й експлуатаційні. Конструктивні - вимоги що забезпечують захист від доторкання персоналу до струмоведучих частин. ПЕОМ мають ступінь захисту IP-44. Прилади освітлення IP-23. Схемно-конструктивним заходом захисту є занулення електрообладнання у приміщенні. Для користувача ПЕОМ важливим є дотримання правил безпеки експлуатації електрообладнання. Так, заборонено доторкатися до дротів та з'єднань при наявності напруги в мережі, а також самостійно проводити ремонт електрообладнання. Усі питання щодо ремонту налагодження та інше, можуть виконувати тільки електрики та відповідні фахівці, які мають допуск до роботи із електрообладнанням певної категорії.

## 5.7. Ергономічні вимоги до робочого місця

Робоче місце оператора ЕОМ обладнується робочим столом, кріслом і підставкою для ніг. Висота робочого стола регулюється в межах 0,68—0,80 м, а при відсутності такої можливості має складати 0,72 м. Мінімальна ширина стола 0,6 м, поверхня стола не блискуча. Робоче крісло оператора забезпечується підйимально-поворотним пристроєм з регулюванням висоти сидіння та спинки. Розміри підставки для ніг довжина 0,4 м, ширина не менше

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

0,30 м. На одного працюючого з урахуванням роботи з ПЕОМ має відводитись не менше 6,0 м<sup>2</sup> та не менше 20 м<sup>3</sup> об'єму приміщення згідно НПАОП 0.00-1.28-2010 [28].

## 5.8. Охорона довкілля

Закон України "Про охорону навколишнього середовища" [24] - визначає правові, економічні, соціальні основи охорони навколишнього середовища. Завдання Закону полягає в регулюванні відносин у галузі охорони праці, використанні та відновленню природних ресурсів, забезпеченні екологічної безпеки, попередженню та ліквідації наслідків негативної дії на навколишнє середовище діяльності людини, збереження природних ресурсів, генетичного фонду нації, ландшафтів й інших природних об'єктів.

Під час науково-дослідницької роботи у лабораторії утворюються відходи у вигляді зношених й відпрацьованих деталей, відходів паперу, люмінесцентні лампи та ін. Всі відходи здаються в господарський блок для подальшої утилізації. Жорсткість вимог до виробництва й матеріалів, а також розробка нових виробничих й утилізаційних технологій дозволяє зменшити антропогенне навантаження на навколишнє середовище.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Стічні води птахофабрик характеризуються високими значеннями показників:  $БСК_{повн}=1800 \text{ мг/дм}^3$ ,  $ХСК=2000 \text{ мг/дм}^3$ ,  $ЗР=1500 \text{ мг/дм}^3$ , тому потребують попереднього очищення перед скиданням в каналізацію. Обрано технологію попереднього біологічного очищення, яка дозволяє очистити воду до дозволених для скидання в каналізацію показників.

Розраховані концентрації забруднень в суміші стічних вод міста та птахофабрики становлять:  $C_{\text{сум}ЗР} = 207 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\text{сум}БСК_{повн}} = 238 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{\text{сум}ПАР} = 9 \text{ мг/дм}^3$ .

Необхідний ступінь очищення стічних за допустимими значеннями  $БСК_{повн}$  та  $ЗР$  становить  $142 \text{ мг/дм}^3$  та  $49 \text{ мг/дм}^3$  відповідно.

Для очищення стічних вод міста Нікополь та птахофабрики було обрано технологію біологічного очищення стічних вод птахофабрики, яка полягає у механічній та біологічній очистці СВ, їх знезараженні хлоруванням, в обробці сирого осаду та НАМ шляхом ущільнення, збродження, дегельмінтизації, промивки, коагуляції та зневоднення, а також у підсушуванні осаду на аварійних мулових майданчиках, зневодненні осаду на піскових майданчиках і акумулюванні газу у газгольдері. На основі цієї технології було виконано креслення апаратурної та технологічної схем.

Охарактеризовано метаногенез, описано чотири стадії процесу: ферментативний гідроліз, кислотогенну, ацетогенну та метаногенну, а також бактерії, що приймають в ньому участь.

Здійснено технологічні розрахунки основних споруд для очищення стічної води та обробки осадів, на основі яких було прийнято метантенк з такими параметрами: корисний об'єм –  $2500 \text{ м}^3$ , діаметр – 17,5 м, висота верхнього конуса – 2,5 м, висота циліндричної частини – 8,5 м, висота нижнього конуса – 3,05 м. Виконано креслення метантенка.

Розглянуто основні положення створення належних умов праці та заходи забезпечення безпеки праці та охорони навколишнього середовища.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. -291 с.
2. Ручай, Н. С. Экологическая биотехнология : учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. – Минск : БГТУ, 2006. – 312 с. : цв. ил.
3. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности/ Совет Эконом. Взаимопомощи, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1978.—590 с.
4. Чернишова О.О. Поводження з стічними водами м'ясопереробного виробництва/ О.О. Чернишова, О.М. Ольбішевська, Г.В. Кіріяк// Вода в харчовій промисловості: VI Всеукраїнська наук.-практ. конф. – О.: ОНАХТ, 2015. – С. 69-73.
5. Благодарная Г. И. Анализ методов очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности./ Г.И. Благодарная, А. А. Шевченко, С. В. Лунин// Комунальне господарство міст. Серія "Технічні науки та архітектура". – 2010. – №93. – С.176-182.
6. Пат. 2396217 РФ МПК C02F 1/463. Способ электрохимической очистки сточных вод мясокомбината /Майоров С. А., Седов Ю. А., Парахин Ю. А.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Экология». - №2008144068/15; заявл. 05.11.08; опубл. 10.08.2010. Бюл. № 22.
7. Шифрин С. М. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности / С.М. Шифрин, Г.В. Иванов, Б.Г. Мишуков, Б.Г. Феофанов.- М: Пищевая промышленность, 1981 -271 с.
8. Долженко Л.А. Экологический подход к интенсивности работы прудов доочистки городских сточных вод / Л.А.Долженко, Н.И.Турянская // Экологическая безопасность и экономика городских и теплоэнергетических комплексов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18-20 мая 1999. – Волгоград: Изд-во ВолгГАСА, 1999. – С.252.

					<b>ЕКБ. БЕ5113.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



9. Ковальчук В.А. Біотехнологія очистки стічних вод підприємств харчової промисловості. /В. А. Ковальчук, О. В. Ковальчук, В. І. Самелюк// Комунальне господарство міст. Серія "Технічні науки та архітектура".– 2010. – №93. – С.182-187.
10. Жукова В. С. Очищення стічних вод від сполук азоту з використанням іммобілізованих мікроорганізмів: дис. кандидата наук / В.С. Жукова – Київ, 2013. – 145 с.
11. Когановский А.М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский, Н.А. Клименко / – М.: Химия, 1983. – 288 с.
12. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / В.А. Ковальчук / – Рівне: ВАТ «Рівненська Друкарня», 2002. – 622 с.
13. Ручай Н. С. Экологическая биотехнология: учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Ручай Н. С, Р. М. Маркевич.- Минск: БГТУ, 2006. – 312 с.:цв. Ил.
14. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев / – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.
15. Голубовская Э.К. Биохимические основы очистки воды. Учебное пособие / Э.К. Голубовская / – М.: Высшая школа, 1978 – 268 с.
16. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ. /Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. / – М: Мир, 2004. – 480 с.
17. Паникар И.И. Промышленное птицеводство и охрана окружающей среды / И.И.Паникар, В.В.Гаркавая, Ю.И.Севрюков. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 80с.
18. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнології очищення води» напряму підготовки 6.051401 - біотехнологія. Електронне видання. Уклад.: Саблій Л.А., Бойчук С.Д., Жукова В.С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.–58с.
19. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Госстрой по делам строительства, 1986.– 73 с.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. СанПиН 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения, М.:1988.– 68 с.
21. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1981.-639 с.
22. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учебное пособие для ВУЗов/Ю.М. Ласков, Ю.М. Воронов, В.И. Калицун. :- М., Стройиздат, 1987.- 255с. ил.
23. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.
24. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” – К.: Україна. – 1991. - 59 с. ( з усіма редакціями до 2017 року)
25. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Гігієнічні нормативи ГН 3.3.5-8-6.6.1 2002 р. Видання офіційне Київ, 2001 рік – 46 с.
26. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціювання . -К.: Мінрегіон України, 2013.-147 с
27. ДБН.В.2.5 – 28-2006 . Природне і штучне освітлення. – К.: Мінбуд України, - 2008 – 74 с.
28. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин/ Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19 квітня 2010 р. за N 293/17588
29. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ.– Харків.: Форт – 2011 – 728 с.

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТКИ

## Відомість специфікації обладнання

Відомість специфікації обладнання представлена у таблиці 6

### Таблица 6

## Відомість специфікації обладнання

Позиція	Позначення, марка	Найменування	Кількість	Маса, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
ПЗ-1		Повітрозабірник, висота труби 4 м, діаметр труби 300мм,	1		За власними кресленнями

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
Ф-2 Ф-5		Фільтр попереднього очищення газоподібних речовин. Ефективність очистки 80%	2		Збірний
В-3		Повітродувки. Продуктивність від 2 до 190 м³/хв .Стиснення повітря 0,163 Мпа. Потужність електродвигуна 210кВт.	1		Збірний
Б-4		Балон для газоподібного хлору з гідрозатвором	1		Збірний
Д-6 Д-10 Д-14		Об'ємний дозатор для рідких речовин	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Д-9 Д-13	ДК-40	Ваговий дозатор для сипких речовин	2		Збірний

					<p style="text-align: center;"><i>ЕКБ. БЕ5113.ПЗ</i></p>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P-7	ВЕЕ	Реактор для приготування хлорної води, місткість 5 м <sup>3</sup> , подача газоподібного хлору через перфоровані труби, завантаження води через штуцер на кришці, пневматичне перемішування.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
H-8 H-12 H-16 H-26 H-34 H-36 H-38	СМ 100 -65 200/46	Насос відцентровий горизонтальний консольний з робочим колесом закритого типу	5		Збірний
P-11		Реактор для приготування коагулянтів, місткість 5 м <sup>3</sup> , завантаження хлориду заліза і води через люк на кришці, нижній злив, механічне перемішування.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
P-15		Реактор для приготування розчину луку, завантаження хлориду заліза і води через люк на кришці, нижній злив,	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
ПК-17		Приймальна камера для суміші стічних вод	1		
РД-18		Решітка-дробарка. Швидкість потоку рідини 0,8-1 м/с. Пропускна здатність 65 тис. м3/добу. Кількість прозорів в решітці 21. Розмір прозорів 0,016 м.	1		Збірний

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

П-19		Пісковловлювачі. Середня швидкість руху 0,15-0,3 м/с.	1		Збірний
В-20		Первинний відстійник. Діаметр 24 м, глибина робочої частини 2 м. Тривалість відстоювання 633 с. Ефективність освітлення 60,8 %.	2		Збірний
А-21		Трьохсекційний аеротенк витиснювач з регенератором. Ширина кожного коридору 6 м, довжина 42 м, робоча глибина 5 м загальний об'єм 7560 м <sup>3</sup> .	1		Збірний
В-22		Вторинний відстійник. Діаметр 24 м, гідравлічна глибина 2м.	1		Збірний

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
Р-23		Реактор для перемішування очищеної і хлорної води.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КР-24		Контактний резервуар. Продуктивність 70 тис. м3/доба. Глибина 3,2 м, ширина 6 м та довжина 24 м.	1		Збірний
МУ-25		Мулоущільнювач. Тривалість ущільнення 4 год.	1		Збірний
М-27		Метантенк. Об'єм споруди – 6000 м <sup>3</sup> , діаметр – 18 м, висота – 24,65 м.	2		Неірж. сталь 12Х18Н10Т

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Р-28		Реактор для дегельмінтизації осаду. Механічне перемішування осаду із знезаражуючим агентом.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-29		Камера промивки осаду	1		
МУ-30		Мулоущільнювач. Тривалість ущільнення 12-18 год. Вологість осаду 94-96%.	1		Збірний
Р-31		Реактор для змішування осаду із коагулянтном. Механічне перемішування.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Ф-32		Вакуум-фільтр. Продуктивність 25 кг/(м <sup>2</sup> ·год). Розрідження 0,16 МПа. Тривалість періоду фільтрування 3-4 хв. Вологість осаду 80%.	1		Збірний

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
ММ-33		Муловий майданчик для підсушування осаду.	1		
ПМ-35		Пісковий майданчик для підсушування піску та інших мінеральних домішок	1		
Г-37		Газгольдер. Об'єм 1000 м <sup>3</sup> , тиск 3 МПа	1		Збірний
КУ-39		Когенераційна установка для спалювання надлишкової кількості	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

		біогазу			
КП-1.1 КП-2.1 КП-2.2 КП-5.1 КП-5.2	ОБМ-160	Манометр Діаметр корпусу: 63 мм. Клас точності: 2,5, діапазон вимірювання 0-1,0МПа, Різьба штуцера М12х1,5, радіальне виконання	5		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-3.1	РС-28	Датчик вимірювання тиску. Мінімальна ширина діапазона 1,5 кПа. Вихідний сигнал: (4÷20)мА	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-32.1	МІДА	Датчик вимірювання тиску. Діапазон вимірювання: 0-6 МПа.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
КП-7.1 КП-11.1 КП-15.1 КП-18.1 КП-23.1 КП-28.1 КП-31.1		Датчик для вимірювання концентрації газу. Робоча температура -10...+40°С. Напруга зсуву нуля на виході при 20 ° С: < 20 мВ	7		

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
КП-19.1 КП-20.1 КП-22.1	ЕЕ820	Датчик для вимірювання концентрації розчину. Вихідний сигнал - 4...20мА. Робоча температура - - 20...+60	3		
КП-21.1	FYA 600	Датчик для вимірювання концентрації кисню. Робоча температура -20...+50°С. Розміри:	1		

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

		висота 43 мм х Ø 29.3 мм			
КП-21.2	ОВП	Датчик для вимірювання рН. Діапазон вимірювання: 2-12. Температурний діапазон: 0...110 °С	1		Твердий полімерний електроліт
КП-21.3 КП-27.1 КП-28.1	ТКП-160Сг-М2	Термометр манометричний, конденсаційний. Межі вимірювань 0...120°С. Клас точності 1.5.	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т

					ЕКБ. БЕ5113.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		